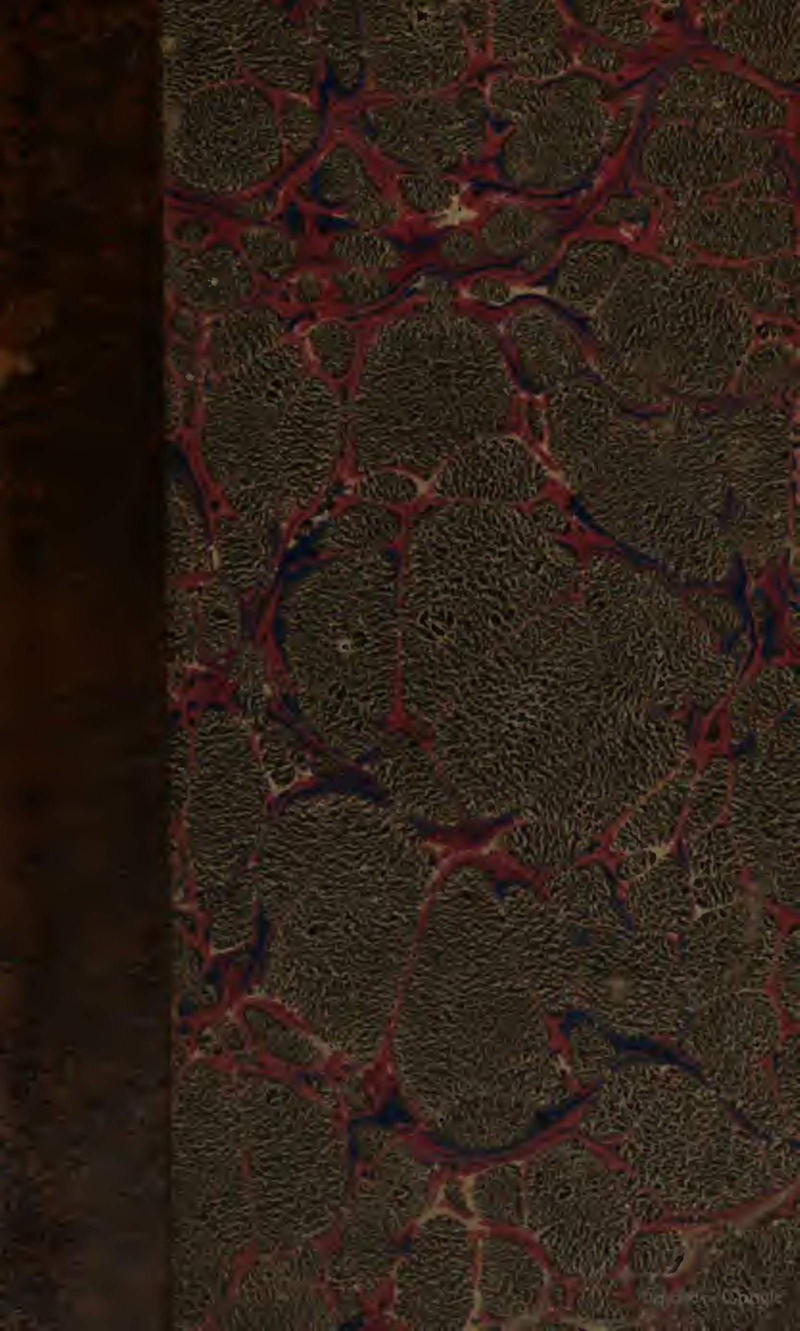
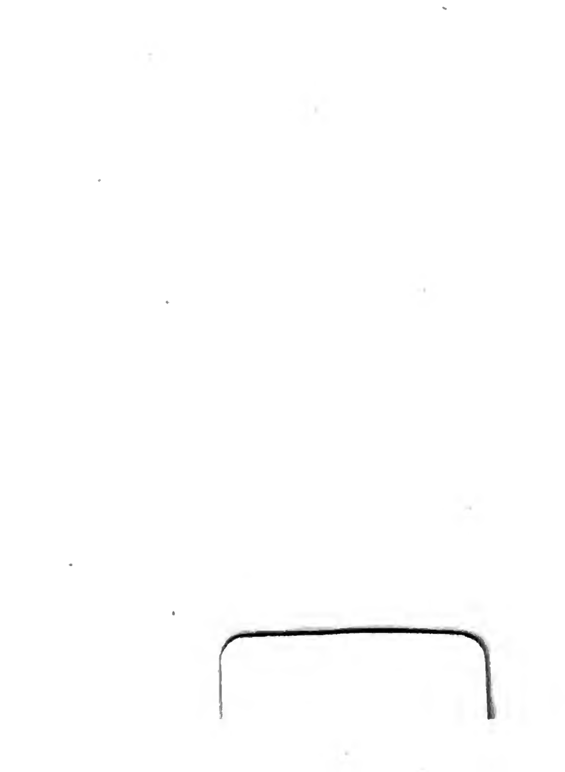




SYSTÊME

DE CHIMIE.

TOME TROISIÈME.

SYSTÊME
DE CHIMIE,

PAR TH. THOMSON,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES, DE CELLE D'ÉDIMBOURG, DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE, DE LA SOCIÉTÉ WERNERIENNE, DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE MÉDICO-CHIRURGICALE DE PÉTERSBOURG, DE LA SOCIÉTÉ LITTÉRAIRE ET PHILOSOPHIQUE DE NEW-YORK, ETC., ETC.

TRADUIT DE L'ANGLAIS
SUR LA CINQUIÈME ÉDITION (DE 1817),

PAR J.^N RIFFAULT,

EX-RÉGISSEUR GÉNÉRAL DES POUDRES ET SALPÊTRES,
MEMBRE DE LA LÉGION D'HONNEUR.

TOME TROISIÈME.

PARIS,
MÉQUIGNON-MARVIS, LIBRAIRE,
RUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, N.° 3.

DE L'IMPRIMERIE DE LEBLANC.
1818.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TROISIÈME VOLUME.

FIN DE LA TABLE.

SYSTÈME DE CHIMIE.

LIVRE III.

DE L'AFFINITÉ.

LE terme *affinité* semble avoir été introduit pour la première fois en chimie par le docteur Hooke, et ce mot est devenu peu-à-peu d'un usage général, parce qu'on reconnut qu'il était nécessaire de distinguer les attractions chimiques de la *gravitation*, de la *cohésion* et de l'*adhésion*.

L'expression, affinité, dans le sens où on l'emploie actuellement, désigne la puissance en vertu de laquelle les dernières molécules des corps sont déterminées à s'unir, et qui les maintient à cet état d'union. Lorsque deux substances ont la propriété de s'unir ensemble chimiquement, on dit que ces substances ont de l'*affinité l'une pour l'autre*. Ainsi l'acide sulfurique a de l'affinité pour la potasse et pour la chaux, et l'acide nitrique a de l'affinité pour la magnésie. Quelquefois des corps s'unissent de quelque manière qu'ils soient mis en contact; c'est ce qui a lieu relativement à l'oxigène et au deutoxide d'azote, de même qu'à l'égard de l'acide acétique et de la soude. Mais souvent les corps exigent, pour que leur union s'opère, un certain degré d'élévation de la température ou l'état de liquidité. C'est ainsi que les gaz oxigène et hydrogène peuvent rester mêlés ensemble à la température ordinaire de l'atmosphère, sans s'unir; tandis que la température étant portée au rouge, leur union se produit très-vivement. Le zinc et le cuivre peuvent être laissés en contact sans qu'ils s'unissent; mais, lorsqu'ils sont mis à l'état de fusion, ils se combinent aisément, et forment le laiton. On peut triturer ensemble de l'acide tartarique et du bicar-

bonate de soude, ces substances étant l'une et l'autre en cristaux, sans qu'il se manifeste aucune action entre elles; mais si le mélange est mis dans l'eau, l'acide s'unit avec l'alcali, et chasse l'acide carbonique.

Ce fut Newton qui donna le premier une explication satisfaisante de la nature de l'affinité. Ce sujet attira depuis, par occasion, l'attention des chimistes; mais ceux des savans, à qui nous avons les plus grandes obligations pour la lumière qu'ils ont répandue sur cette partie difficile de la chimie, sont Bergman, Berthollet, Richter, Dalton, Davy et Berzelius.

Comme il ne peut être actuellement présenté de théorie complète de l'affinité, il nous faudra exposer en détail, dans ce volume, les doctrines générales, telles qu'elles ont été établies jusqu'à présent en chimie; et pour ne rien omettre du sujet, je le diviserai en cinq chapitres. Dans le *premier*, je considérerai la nature de l'*affinité* en général; dans le *second*, je traiterai des *gaz*; dans le *troisième*, des *liquides*; dans le *quatrième*, des *solides*; et dans le *cinquième*, de la *décomposition*.

CHAPITRE PREMIER.

De l'Affinité en général.

1. Tous les grands corps qui constituent le système solaire obéissent à une force, en vertu de laquelle ils tendent continuellement à se porter les uns vers les autres. Cette force, qui les retient dans leurs orbites et règle leurs mouvemens, a reçu le nom d'*attraction*. Sa nature nous est inconnue. Est-elle inhérente à ces corps eux-mêmes, ou produite par l'impulsion de quelqu'agent extérieur? C'est ce qu'il nous est impossible de décider, parce que nous n'avons aucun moyen de nous éclairer sur l'objet de ces questions, dont la solution dépasse les bornes de la philosophie. On serait plus porté à admettre la première supposition que l'autre, tant il est difficile de concevoir que les mouvemens planétaires soient

Attraction.

produits par un agent étranger, à moins que ce ne fût un être intelligent ; et puisque nous ne connaissons rien de contraire à cette idée, il fut aussi facile au créateur de douer les planètes de la puissance, d'agir entre elles à distance, que de donner à d'autres substances le pouvoir d'agir sur ces planètes, et de leur imprimer le mouvement.

2. Isaac Newton démontra que cette attraction planétaire est la même chose que la *gravitation* ou la force qui fait tendre tout corps pesant vers la terre. Il prouva que ce n'est pas seulement dans leur ensemble comme masses, que les planètes sont douées de cette force, mais qu'elle est commune aussi à toutes les parties dont elles se composent ; qu'elle est réciproque, qu'elle s'exerce à des distances indéfinies, et que tous les corps, autant que nous avons pu jusqu'à présent le reconnaître, sont soumis à son action. Elle est universelle.

3. Lorsque deux corps sont amenés à une certaine distance l'un de l'autre, on parvient à les faire adhérer ensemble, et il faut ensuite une force considérable pour les séparer. C'est ce qui a lieu, par exemple, à l'égard de deux morceaux polis de marbre ou de verre. Lorsqu'un morceau de métal ou même de presque tout autre corps quelconque, après avoir été plongé dans l'eau en est retiré, sa surface est humectée, c'est-à dire qu'une portion de l'eau y adhère. Une baguette d'or, introduite dans du mercure, en sort toute blanche, parce qu'elle retient et entraîne avec elle une portion du mercure. Il s'ensuit évidemment que c'est une force qui porte ces corps l'un vers l'autre, qui les maintient unis ensemble, et par conséquent il existe entre eux une attraction. L'effet de cette puissance ne se borne donc pas à la tendance vers la terre et les planètes, qu'elle imprime aux corps ; mais elle s'exerce encore à l'égard de chacun d'eux en les portant à s'attirer réciproquement. La nature de cette loi d'attraction des corps entre eux ne nous est pas plus connue que celle de la gravitation ; mais son existence est tout aussi certaine, au-moins en ce qui concerne le plus grand nombre de corps.

4. On trouve par-tout, et dans tous les cas, les particules de la matière agglomérées ; elles forment ainsi, à-la-vérité, des masses de grosseurs différentes, mais qui toutes contiennent un grand nombre de molécules. Ces molécules restent unies, et ne peuvent être séparées que par l'application d'une force considérable. Il en existe donc une qui les fait

ainsi se presser entre elles puisqu'elle s'oppose à leur désunion, et cette force doit être une *attraction*.

On voit ainsi qu'il existe une certaine force inconnue qui porte les corps les uns vers les autres, qui n'agit pas seulement sur les grandes masses de matière, comme le soleil et les planètes, mais sur les plus petites parties composantes de ces corps, et même sur les molécules dont ils sont formés. Cette force, qu'on appelle attraction, s'étend donc à toute la matière, et s'exerce réciproquement entre tout ce qui est matière. Elle n'est point anéantie, à quelque distance qu'on puisse supposer les corps placés les uns des autres; de même qu'elle n'est pas détruite, quelque rapprochés qu'ils soient. Nous ignorons entièrement quelle est la nature de cette attraction ou la cause qui la produit; mais tous les phénomènes de la nature en démontrent l'existence.

Attribuée à l'impulsion.

5. On a attribué pendant long-temps la cause de cette force d'attraction à l'action d'une certaine substance inconnue qui poussait les corps les uns vers les autres; et les physiciens eurent recours à cette hypothèse d'après l'opinion anciennement admise comme premier principe « qu'aucun corps ne peut agir là où il n'est pas » : comme s'il eût été plus difficile de concevoir comment un changement peut être produit sur un corps par un autre qui est placé à une grande distance, que de se faire une idée de la manière dont il peut s'opérer lorsque ces deux corps sont rapprochés. Non-seulement il est impossible d'expliquer les phénomènes d'attraction par impulsion; mais il est aussi difficile de concevoir comment les corps tendraient à se porter les uns vers les autres par l'action d'une substance extérieure, que de s'imaginer comment cette tendance résulterait d'un pouvoir inhérent à ces corps eux-mêmes. Le fait est que la chose ne se comprend pas mieux d'une manière que de l'autre, et que nous ne pouvons en assigner aucune raison.

Mais sans raison.

Mais, en outre, nous n'avons aucune raison de supposer que dans aucun cas la matière soit en contact réel et immédiat. Car tous les corps diminuent de volume par le froid, c'est-à-dire, que leurs molécules se sont rapprochées les unes des autres, ce qui eût été impossible si, avant l'application du froid, il n'y avait pas eu quelque distance entre elles. La pression produit cet effet de diminution de leur volume et du rapprochement de leurs molécules, sur presque

tous les corps, et toujours il est proportionnel à la force avec laquelle la pression agit sur eux. Newton a fait voir qu'il fallait une force d'un certain nombre de kilogrammes pour rapprocher deux verres à la distance d'environ 0,031 de millimètre l'un de l'autre; qu'une force beaucoup plus grande deviendrait nécessaire pour rendre cette distance encore moindre; et qu'au-delà d'un certain terme, aucune pression quelconque ne pourrait opérer un plus grand rapprochement. Il existe donc une force qui s'oppose au contact réel des corps, dont l'action augmente en raison inverse de quelque pouvoir ou fonction de la distance, et qu'aucune puissance ne peut vaincre. Boscovich a démontré qu'un corps qui se meut, communique une partie de son mouvement à un autre corps avant qu'il le touche effectivement. On en peut conclure, autant que cela nous est connu, qu'il n'existe point de contact réel dans la nature, et que, par conséquent, les corps agissent toujours les uns sur les autres à distance. Et puisque même l'impulsion ou la pression sont un exemple de corps agissant entre eux à distance, on ne peut pas s'en servir avec plus d'avantage pour expliquer l'attraction, que de la supposer une force inhérente aux corps. Nous devons donc nous contenter de considérer l'attraction comme une puissance inconnue, qui fait tendre les corps les uns vers les autres, qui agit constamment et uniformément dans tous les temps, dans tous les lieux, et qui tend toujours à diminuer la distance entre les corps, à moins que leur rapprochement ne soit empêché par l'action de quelqu'autre force de puissance égale.

6. Le changement que l'attraction produit sur les corps est une diminution de la distance qui les sépare. Or les distances entre les corps sont de deux sortes; elles sont ou trop petites pour être apercevables par nos sens, ou assez grandes pour être facilement reconnues et appréciées. Dans le premier cas, l'effet de l'attraction ne doit pas se manifester d'une manière sensible, tandis que dans l'autre le changement de distance est visible. Ainsi les attractions des corps, en ce qui nous concerne, se divisent naturellement en deux classes, 1.° celles qui s'exercent à des distances sensibles; 2.° celles qui ont lieu à des distances imperceptibles. La première classe d'attractions ne s'applique évidemment qu'à ceux des corps qui sont en masses de grandeur sensible; dans la De deux sortes.

seconde, les attractions doivent se borner aux molécules des corps, parce que ce n'est qu'à l'égard de ces molécules seulement que la distance qui existe entre elles est inappréciable.

1. A des distances sensibles.

7. Il a été prouvé que l'intensité des attractions de la première classe varie selon la masse et la distance des corps attirans. Elle augmente avec la masse de ces corps, mais elle diminue en raison de ce que la distance qui les sépare est plus considérable. Ainsi nous voyons que dans les attractions de cette sorte, chaque molécule du corps attirant agit, puisque la somme de la force attractive est toujours proportionnelle au nombre de molécules dans les corps qui attirent. Comment se fait-il que l'action de cette force s'affaiblisse à mesure que la distance devient plus grande? C'est ce qu'il nous est impossible d'expliquer; mais l'effet est certain, et il est presque incompatible avec la supposition que l'impulsion est la cause de l'attraction. On a constaté que le mode de cette variation dans les effets de l'attraction de la première classe était dans tous les cas la raison inverse du carré de la distance.

8. Les attractions de la première classe doivent donc être aussi multipliées qu'il y a de corps situés à des distances sensibles; mais il a été reconnu qu'on pouvait toutes les réduire à trois espèces différentes, savoir: 1. la gravitation; 2. l'électricité; 3. le magnétisme. Newton a fait voir que l'attraction de la première espèce appartient à toute la matière, autant qu'il nous est possible de l'examiner, et que par conséquent elle est universelle. Les deux autres ne sont que partielles, et ne se rapportent qu'à de certaines séries de corps, tandis que le reste de la matière n'en éprouve aucun effet. Car on sait bien que tous les corps ne sont pas électriques, et qu'il existe à peine d'autres corps, doués de la vertu magnétique, que le fer, le cobalt, le nickel et le chrome.

L'intensité de ces trois espèces d'attraction augmente comme la masse des corps attirans, et diminue comme le carré de la distance s'accroît. La première s'exerce à la plus grande distance à laquelle il nous est connu que les corps sont séparés. On n'a pas déterminé l'étendue d'action de la seconde, l'électricité; mais pour la troisième, le magnétisme, elle est au-moins du demi-diamètre de la terre. Tous les corps possèdent la propriété de gravité, puisque c'en est une universelle de la matière; mais on a supposé que les deux

autres espèces d'attraction dérivent de deux ou trois fluides subtils, qui sont partie constituante de tous ceux des corps qui obéissent aux attractions de l'électricité et du magnétisme. Cela peut être ainsi; mais rien ne l'a encore prouvé, et il ne paraît guère possible de le démontrer.

9. La force absolue de ces attractions dans des corps ne peut se mesurer que par celle qui serait nécessaire pour en contrebalancer les effets, ou que par l'espace, qu'en vertu de l'action seulement de ces attractions, des corps parcourent dans un temps donné. En comparant les différens corps sur lesquels la gravitation agit, on trouvera que la force absolue de leur tendance les uns vers les autres, est la même dans tous les cas où leurs distances et leurs masses sont les mêmes; mais il n'en est pas ainsi à l'égard des corps électriques et magnétiques. Dans ces corps, les forces appelées électricité et magnétisme, en vertu desquelles ils s'attirent entre eux, sont extrêmement variables lors même que la masse et la distance sont les mêmes. Quelquefois l'effet de ces forces est à peine sensible, et dans d'autres cas, il est d'une très-grande intensité. La gravité est donc d'une force inhérente aux corps, tandis que celles de l'électricité et du magnétisme ne le sont pas; circonstance qui rend extrêmement probable l'opinion qu'elles dépendent de fluides particuliers. En considérant la force absolue de ces trois puissances entre elles, il paraîtrait que, toutes choses égales d'ailleurs, les deux dernières surpassent la première en énergie; mais comme il n'est pas possible d'évaluer par comparaison leur intensité relative, elle n'est pas connue. Il s'ensuit que ces diverses attractions, quoiqu'assujetties aux mêmes lois de variation, sont d'espèces différentes.

10. On a distingué par le nom d'*affinité*, les attractions qui s'exercent entre les corps à des distances insensibles, et qui se bornent par conséquent aux molécules de la matière. On a plus généralement restreint la signification du terme *attraction* aux cas où cette force agit à distance sensible. Mais il y a deux espèces de particules de la matière; elles sont ou *homogènes* ou *hétérogènes*. Par molécules homogènes, on entend désigner celles qui composent le même corps; ainsi toutes les molécules du fer sont homogènes. La dénomination de molécules hétérogènes s'applique à celles qui entrent dans la composition de corps différens; ainsi une molécule de fer et une molécule de plomb sont hétérogènes. 2. Affinité.

L'affinité homogène porte les molécules homogènes à tendre les unes vers les autres, et les maintient à des distances insensibles. C'est en conséquence par l'effet de cette force que les corps sont presque toujours à l'état d'union, de manière à former des masses de grandeur sensible. On désigne ordinairement cette espèce d'affinité par le terme *cohésion*, et quelquefois par celui *adhésion*, lorsque c'est seulement par leurs surfaces que les corps s'attachent les uns aux autres. L'affinité homogène est une propriété presqu'universelle; autant qu'il a été possible de le reconnaître, il n'y a que le calorique et la lumière qui en soient dépourvus.

Affinité hétérogène. C'est par l'affinité hétérogène que les molécules hétérogènes se portent les unes vers les autres, et qu'elles sont maintenues entre elles à des distances insensibles ; c'est donc de cette force que résulte la formation de nouvelles particules intégrantes composées d'un certain nombre de particules hétérogènes. Ce sont ces nouvelles particules intégrantes qui, se trouvant ensuite unies par cohésion, forment des masses de corps composés. Ainsi une molécule intégrante d'eau est formée de molécules d'hydrogène et d'oxigène, qui se pressent entre elles, et sont maintenues à une distance insensible par affinité hétérogène; et une masse d'eau est composée d'un nombre indéfini de molécules intégrantes de ce fluide, poussées les unes vers les autres par affinité homogène. L'affinité hétérogène est, autant que nous en pouvons juger, universelle; c'est-à-dire, qu'il n'existe aucun corps dont les molécules ne soient pas attirées par les molécules de quelque autre corps; mais les molécules de tous les corps ont-elles de l'affinité pour les molécules de tous les autres corps? C'est un point dont il n'est pas en notre pouvoir de nous assurer, quoique le fait soit extrêmement probable, et qu'on l'ait généralement considéré comme établi.

11. Les chimistes supposèrent d'abord que lorsque deux corps hétérogénés, en s'unissant ensemble, forment un troisième corps, les deux corps constituans sont eux-mêmes entièrement détruits. Ainsi lorsque l'acide sulfurique et la potasse sont mêlés ensemble, l'acide et l'alcali disparaissent l'un et l'autre, et le sel, qu'on distinguait autrefois par la dénomination de *tartre vitriolé*, est produit. On s'imaginait que l'acide sulfurique et la potasse étaient détruits l'un et l'autre, et que le tartre vitriolé était formé de leurs *ruines*.

Explication. Cette opinion fut réfutée, en 1677, par Mayow, dans le

14.ᵉ chapitre de son Traité *de salnitro et spiritu nitro-aëreo.* Il observait que le sel ammoniac est un composé d'acide muriatique et d'ammoniaque ; et pour preuve que ni l'acide ni l'alcali ne sont détruits dans ce composé, il faisait voir qu'on pouvait les reproduire, l'un ou l'autre, à volonté. En traitant le sel ammoniac par la potasse, l'ammoniaque était séparée ; et en employant l'acide sulfurique, on obtenait l'acide muriatique. Mayow fit remarquer en même-temps que, dans leur action l'un sur l'autre, les corps suivent certaines lois fixes et générales. L'alcali volatil est séparé de tous les acides par les alcalis fixes. L'acide nitrique est dégagé de la potasse par l'acide sulfurique, qui s'unit à l'alcali, et forme avec cette substance, le tartre vitriolé. Les acides dissolvent les métaux ; mais lorsqu'on ajoute de la potasse à la dissolution, le métal est séparé, il se précipite ; tandis que l'alcali, en prenant sa place, s'unit à l'acide. Le soufre et la potasse s'unissent ensemble ; mais les acides précipitent le soufre, en le remplaçant dans l'union avec la potasse. De même aussi, lorsque le soufre étant uni à un métal, on fait digérer le sulfure dans un acide, le métal se combine avec l'acide, et le soufre est mis en liberté*. de l'union donnée par Mayow.

12. Les observations importantes de Mayow furent portées beaucoup plus loin encore par Geoffroy l'aîné, en 1718. Il considérait comme constant l'ordre suivant lequel des corps sont séparés l'un de l'autre par un corps donné. Ainsi les métaux sont séparés des acides par les terres absorbantes ; les terres absorbantes sont dégagées de leur union avec les acides par les alcalis volatils, tandis que ceux-ci le sont par les alcalis fixes. Geoffroy forma, en conséquence, la table qui suit, présentant l'ordre de séparation de corps les uns des autres par une substance donnée. A la tête de chaque colonne est écrit le nom de la substance avec laquelle les corps énumérés dans la colonne se combinent ; au-dessous du nom de cette substance sont rangés tous les corps capables de s'unir avec elle. Le corps qui sépare tous les autres est placé le plus haut, et celui qui est séparé par tous les autres est le plus bas, et les autres corps ont été établis dans l'ordre de leurs séparations. Ainsi, dans la première colonne, les alcalis fixes enlèvent aux acides tous les corps placés au-dessous d'eux. Les alcalis volatils les séparent tous, à l'ex- Table de Geoffroy.

* Mayow, de Sal-nitro, p. 232.

ception des alcalis fixes. Les terres absorbantes dégagent les métaux, et les métaux sont séparés par tous les autres corps dans la colonne *.

ACIDES.	ACIDE muriatique.	ACIDE nitrique.	ACIDE sulfurique.	TERRE absorbante.
Alcalis fixes. Alcalis volatils. Terre absorbante. Métaux.	Étain. Antimoine. Cuivre. Argent. Mercure. Or.	Fer. Cuivre. Plomb. Mercure. Argent.	Phlogistique. Alcalis fixes. Alcalis volatils. Terre absorbante. Fer. Cuivre. Argent.	Acide sulfurique. Acide nitrique. Acide muriatique.

ALCALIS fixes.	ALCALIS volatils.	MÉTAUX.	SOUFRE.	MERCURE.
Acide sulfurique. Acide nitrique. Acide muriatique. Acide acétique. Soufre.	Acide sulfurique. Acide nitrique. Acide muriatique.	Acide muriatique. Acide sulfurique. Acide nitrique. Acide acétique.	Alcalis fixes. Fer. Cuivre. Plomb. Argent. Antimoine. Mercure. Or.	Or. Argent. Plomb. Cuivre. Zinc. Antimoine.

PLOMB.	CUIVRE.	ARGENT.	FER.	ANTIMOINE.	EAU.
Argent. Cuivre.	Mercure. Calamine.	Plomb. Cuivre.	Antimoine. Argent, cuivre, plomb.	Fer. Argent, cuivre, plomb.	Alcool. Sel.

Table de Gellert.

13. Le premier perfectionnement à cette table fut fait par Gellert. La *métallurgie chimique* de cet écrivain, publiée à Leipsick en 1751, et dont il parut, en 1766, une traduction

* Mém. Par. 1718, p. 202.

anglaise, par Seiferth, est un ouvrage d'un grand mérite. Il présente un exposé très-clair des différens procédés métallurgiques et chimiques autant qu'ils pouvaient être alors connus, et ils y sont décrits avec un degré de précision très-peu ordinaire pour un auteur allemand. Cet ouvrage contient un grand nombre d'expériences originales sur des alliages métalliques, et la première partie se termine par une table de *solutions*, ainsi que Gellert la dénomme, établie conformément à l'idée de Geoffroy, mais beaucoup plus étendue. Cette table était divisée en 28 colonnes. Les substances placées à la tête de chacune de ces colonnes, sont les suivantes :

1. Pierres vitrifiables réfractaires,	15. Foie de soufre,
2. Pierres vitrifiables fusibles,	16. Cobalt,
3. Argile et pierres argilleuses,	17. Arsenic,
4. Plâtre et pierres gypseuses,	18. Antimoine,
5. Chaux et pierres calcaires,	19. Verre d'antimoine,
6. Alcalis fixes,	20. Bismuth,
7. Alcalis volatils,	21. Zinc,
8. Vinaigre,	22. Plomb,
9. Acide muriatique,	23. Etain,
10. Acide nitrique,	24. Fer,
11. Acide sulfurique,	25. Cuivre,
12. Eau régale,	26. Argent,
13. Salpêtre,	27. Mercure,
14. Soufre,	28. Verre.

Dans chaque colonne, les substances que le corps, mis en tête de la colonne, pouvait dissoudre, étaient placées dans un ordre inverse de celui de la table de Geoffroy. Ceux de ces corps susceptibles de se dissoudre le plus facilement se trouvaient à la plus grande distance du corps de la tête de la colonne, dont se rapprochaient le plus ceux dont la dissolution avait le plus difficilement lieu. Au bas de chaque colonne étaient placées les substances que le corps, à la tête de la colonne, n'était pas capable de dissoudre, et ces substances ainsi placées, étaient séparées du reste de la colonne par un trait à l'encre.

14. L'académie des sciences de Rouen proposa, en 1758, pour sujet d'un prix, la meilleure dissertation sur l'*affinité*. Ce prix fut partagé entre M. Limbourg, médecin à Theux, dans le pays de Liége, et M. Lesage de Genève. La dissertation de M. Limbourg fut publiée à Genève en 1761. Il y

Table de Limbourg.

donnait une table précise, semblable à celle de Geoffroy, mais beaucoup plus étendue et plus correcte. Cette table consiste en 33 colonnes, dans quelques-unes desquelles sont classés 15 ou 16 corps, chacun dans l'ordre supposé de son affinité. Dans sa dissertation, l'auteur tache d'expliquer la nature de l'affinité, et il s'étend très-longuement sur l'utilité de la table qu'il avait formée, en indiquant en même-temps les erreurs et les imperfections qu'elle présentait.

La connaissance de ces tables et de quelques autres, dont je pense qu'il n'est pas nécessaire de présenter l'énumération, donna lieu à une diversité d'opinions parmi les chimistes, relativement à l'affinité. Quelques-uns, adoptant les principes de Geoffroy, considérèrent que tout corps quelconque *a* s'unissait, en vertu d'un degré particulier, ou d'une intensité d'affinité, à un autre corps *x*; et que toutes les fois qu'on présentait au composé ainsi formé, un troisième corps *b*, ayant pour *x* une affinité plus grande que n'en avait le corps *a*, ce dernier corps est déplacé, et *b* s'unit à *x*. D'autres chimistes pensèrent qu'il n'existait pas une semblable différence dans l'intensité d'affinité; que *b* pouvait être capable de déplacer *a*, et de le séparer de *x*; tandis qu'en même-temps, *a* pouvait, à son tour, dégager *b* de *x*; ou que *b* pouvait dégager *a*, et n'être pas capable de déplacer *c*, quoique *a* pût dégager *c*.

Doctrine de Bergman.

15. Une dissertation de Bergman sur les *attractions électives* insérée d'abord en 1775 dans le 3.e volume des Mémoires de la Société Royale d'Upsal, et publiée de nouveau par l'auteur en 1783 *, paraît avoir décidé les opinions des chimistes en général, en faveur de la première de ces deux hypothèses. Suivant Bergman, l'affinité de chacun des corps *a*, *b*, *c*, *d*, etc., pour *x*, diffère d'intensité de telle manière que cette différence peut être exprimée en nombres. Il pensait aussi que l'affinité est élective, et en conséquence, que si *a* a pour *x* une affinité plus forte que *b*, en présentant *a* au composé *bx*, *x* se sépare entièrement de *b*, et s'unit à *a*. Ainsi la barite a pour l'acide sulfurique une affinité plus forte que celle de la potasse pour cet acide; en mêlant donc de la barite avec une dissolution de sulfate de potasse, l'acide sulfurique laissera la potasse pour se combiner avec

* Opusc III, 291.

la barite. Bergman examina les exceptions dont cette loi générale était susceptible, et il en rendait compte d'une manière tellement plausible qu'il parvint à écarter les doutes qui jusqu'alors avaient tenu en suspens sur le sujet. La table des affinités. dressée par Bergman, sur le même plan que celle de Geoffroy, était beaucoup plus étendue qu'aucune de celles qui avaient précédemment paru. Elle contenait toutes les substances chimiques alors connues. Cette table consiste en 59 colonnes. A la tête de chacune d'elles est placé un corps chimique, et la colonne est formée des noms de toutes les substances qui s'unissent avec ce corps, chacune d'elles dans l'ordre de son affinité. Chaque colonne est partagée en deux parties par une ligne noire. Dans la première, les affinités sont établies dans l'ordre des décompositions, lorsque les substances sont en dissolution; la seconde partie présente ces affinités dans l'ordre des décompositions lorsque les substances sont exposées à une forte chaleur, en les chauffant, par exemple, au rouge dans un creuset. Bergman appela les affinités, considérées dans ces deux états des substances, savoir : les premières, affinités *par voie humide*, et les autres, affinités *par voie sèche*.

16. L'opinion de Bergman que l'affinité est élective, et que l'ordre des affinités est déterminé par décomposition, continuait d'être universellement admise par les chimistes, lorsque Berthollet publia sa dissertation sur l'affinité dans le 3.e volume des Mémoires de l'Institut, et son Essai de statique chimique, en 1803. Il considérait l'affinité comme une *attraction* qui existe entre les corps qui se combinent, et une attraction probablement semblable à celle qui a lieu entre les corps planétaires. Mais comme les distances qui séparent ceux des corps qui obéissent à l'impulsion de l'affinité sont très-petites, la force de leur affinité ne dépend pas simplement de la quantité de matière qu'ils contiennent, mais aussi de leur forme. L'affinité étant une attraction, elle doit toujours donner lieu à combinaison; et comme l'attraction est analogue à celle des corps planétaires, il s'ensuit, comme une conséquence dans l'opinion de Berthollet, que l'affinité doit augmenter avec la masse du corps agissant. Ainsi, quoique la barite ait pour l'acide sulfurique une affinité plus forte que celle de la potasse pour cet acide, cependant si l'on présente une grande quantité de potasse à

Combattue par Berthollet.

une petite quantité de sulfate de barite, la potasse séparera une portion de l'acide.

Suivant cette nouvelle doctrine, l'affinité n'est pas élective. Une substance qui a une affinité plus forte, n'est pas capable de séparer complètement celles dont l'affinité est plus faible; ou si cela arrive, c'est par l'effet de quelqu'autre cause. Au-lieu de produire cette séparation, la substance d'affinité plus forte partage avec celle d'affinité plus faible la base à laquelle ce corps était uni; et la portion de cette base avec laquelle chacune des deux substances se combine, est proportionnelle à la force de son affinité et à la quantité qu'elle présente. Cette nouvelle opinion est exactement l'opposé de celle ancienne. Suivant la première hypothèse, lorsqu'on verse de l'acide sulfurique dans du nitrate de potasse, cet acide sépare l'acide nitrique en totalité et prend sa place. D'après l'opinion de Berthollet, chacun des acides se combine avec une portion de la base du nitrate de potasse, et cette portion est proportionnelle à la force d'affinité, et à la quantité de chaque acide employé.

Mais c'est une chose de fait que l'addition d'un troisième corps opère souvent la séparation de deux substances préalablement unies, le troisième corps prenant la place de l'un de ceux qui constituaient l'union, qui en est ainsi entièrement dégagé. Lorsqu'on verse de l'acide sulfurique dans du nitrate de barite, la barite se combine avec cet acide, en laissant l'acide nitrique dans un état isolé, tandis que le sulfate de barite se précipite. Si l'on ajoute de la potasse à une dissolution de nitrate de chaux, la chaux se précipite, et l'alcali prenant sa place, s'unit à l'acide. Ces faits, et beaucoup d'autres qui se présenteront immédiatement à tout chimiste, paraissant, au premier aperçu, contraires à la théorie de Berthollet, il était nécessaire de les rendre conciliables avec cette théorie. Suivant lui, toutes les fois qu'il y a décomposition, elle résulte ou de l'insolubilité, ou de l'élasticité du constituant qui se sépare. Le sulfate de barite étant insoluble dans l'eau, tandis que le nitrate de barite et l'acide nitrique se dissolvent dans ce liquide, il doit arriver, lorsque les substances sont mêlées ensemble, que le sel qui n'est pas soluble se précipite en vertu de cette insolubilité. C'est de même l'insolubilité de la chaux qui en détermine la précipitation, lorsqu'on verse de la potasse dans du nitrate de

chaux. D'après cela aussi, lorsqu'on ajoute de la potasse à une dissolution de nitrate de soude, il ne se produit aucun précipité, parce que la potasse et la soude sont l'une et l'autre très-solubles dans l'eau. Mais si la dissolution a été suffisamment concentrée par l'évaporation, il se déposera des cristaux de nitrate de potasse, parce que ce sel est moins soluble dans l'eau que le nitrate de soude. De même aussi, lorsqu'on verse de l'acide nitrique sur du carbonate de potasse, l'acide carbonique est séparé et se dégage, parce que son élasticité en détermine la séparation d'avec le liquide, et lui fait prendre la forme gazeuse, dès que l'acide nitrique affaiblit l'attraction en vertu de laquelle il était uni à la potasse.

17. Ainsi nous avons deux doctrines relativement à l'affinité, et ces deux doctrines sont opposées l'une à l'autre. Suivant Bergman, l'affinité est *élective*. Le corps qui a une affinité plus forte, déplace celui dont l'affinité est plus faible, et la force d'affinité se mesure par décomposition. Selon Berthollet, l'affinité n'est pas élective. Elle ne produit jamais de décompositions, mais seulement des combinaisons; et si des décompositions ont lieu, elles sont produites par d'autres causes. La force d'affinité n'est pas une quantité absolue; mais elle s'accroît avec la masse du corps attirant. La doctrine de Berthollet semble établir l'opinion que les corps sont susceptibles d'union entre eux, indéfiniment et en toute proportion quelconque; d'après celle de Bergman, les corps ne s'unissent que dans des proportions déterminées, et ces proportions sont indépendantes des quantités relatives des substances présentes qui se combinent.

L'affinité est-elle une force définie?

18. Quant à la question si l'affinité de toute substance pour toute autre est une quantité définie pouvant être représentée par un nombre, l'état présent de la science de la chimie ne nous met pas en état d'y répondre d'une manière satisfaisante. La barite paraît être toujours capable de séparer la potasse des acides; mais cela peut avoir lieu parce que les sels de barite sont moins solubles que les sels de potasse. Il est quelques cas où les décompositions ont lieu réciproquement; de sorte qu'on ne peut déterminer laquelle de deux substances a l'affinité la plus forte, pour une troisième. Ainsi le fer a la propriété de décomposer l'eau à toutes températures, depuis celle de l'ébullition jusqu'au degré de chaleur le plus fort qu'il nous soit possible de pro-

duire dans nos fourneaux, comme les expériences de Gay-Lussac l'ont suffisamment démontré [1]. Priestley reconnut que l'oxide de fer est réduit à l'état métallique lorsqu'on le chauffe enveloppé d'une atmosphère de gaz hydrogène [2]. Ces expériences furent répétées par Hassenfratz [3] et Berthollet fils ; et Gay-Lussac a fait voir que la réduction de l'oxide de fer par l'hydrogène, a lieu à la même température à laquelle le fer peut décomposer l'eau. D'où il suit que nous n'avons aucune donnée pour déterminer lequel des deux corps, l'hydrogène ou le fer, a la plus forte affinité pour l'oxigène, chacun d'eux paraissant capable d'enlever ce principe à l'autre dans les mêmes circonstances.

La plupart des décompositions, auxquelles le mélange de substances donne lieu, sont des cas de ce que Bergman appela *attractions électives doubles*. Lorsqu'on mêle ensemble deux sels neutres, les acides et les bases de chacun de ces sels changent réciproquement de place. Or, il se présente quelques exemples où il devient difficile de déterminer de quel côté est l'affinité la plus forte. Ainsi, il est bien connu qu'en mettant du carbonate de barite en digestion dans une dissolution de sulfate de potasse, l'acide sulfurique se combine avec la barite, tandis que l'acide carbonique s'unit avec la potasse. Dans ce cas, on dira que l'affinité entre l'acide sulfurique et la barite, ensemble l'affinité entre l'acide carbonique et la potasse, l'emportent sur l'affinité entre l'acide sulfurique et la potasse, jointe à l'affinité entre l'acide carbonique et la barite. Mais M. Philips a fait voir que le carbonate de potasse est également capable de décomposer le sulfate de barite [4].

La masse n'est pas efficace.

Berthollet expliquerait probablement ces décompositions mutuelles par l'effet de la *masse ;* mais il y a quelques autres cas à citer, dans lesquels ce principe supposé ne peut pas agir. Pfaff a fait voir que le tartrate de chaux est complétement décomposé par une quantité d'acide sulfurique justement nécessaire pour saturer la totalité de la chaux contenue dans le tartrate. Il se forme du sulfate de chaux, et l'acide

[1] Ann. de Chim. et Phys. I, 35.
[2] Priestley, on air. I, 259.
[3] Ann. de Chim. LXXIII, 147.
[4] Journal of Science and Art. I, 80.

tartarique est séparé à l'état de pureté. Il a reconnu également que l'oxalate de plomb est complètement décomposé par la quantité d'acide sulfurique que peut exiger la saturation de tout l'oxide de plomb dans l'oxalate[1]. Berthollet rend compte de ces deux décompositions en les attribuant à la solubilité du tartrate de chaux et de l'oxalate de plomb, et à l'insolubilité du sulfate de chaux et du sulfate de plomb dans des acides. La doctrine de *masse*, que Berthollet énonça le premier, est appuyée par l'analogie, ou l'identité supposée *d'affinité* et *gravitation*, et aussi par une suite d'expériences que fit ce savant pour démontrer la vérité de son opinion Il trouva, qu'en faisant bouillir ensemble des quantités égales des corps suivans:

1.	Sulfate de barite, potasse.	4.	Oxalate de chaux, potasse.
2.	Sulfate de potasse, soude.	5.	Phosphate de chaux, potasse.
3.	Sulfate de potasse, chaux.	6.	Carbonate de chaux, potasse.

La base non combinée sépare une portion de l'acide de la base avec laquelle cet acide était préalablement uni; quoique dans tous ces exemples, il fut retenu par cette base en vertu d'une affinité considérée comme étant plus forte. Le même partage de la base a lieu lorsqu'on fait bouillir ensemble des quantités égales d'oxalate de chaux et d'acide nitrique. Mais l'exactitude de ces expériences a été révoquée en doute par Humphry Davy, qui en les discutant avec beaucoup de sagacité et d'adresse, a fait voir qu'elles ne suffisent pas pour établir la doctrine à l'appui de laquelle elles étaient citées[2].

19. Ce que nous connaissons à présent de l'affinité me semble devoir suffire pleinement pour prouver que dans différens corps elle varie en *intensité*. Le fait bien connu que les proportions des constituans de tous composés sont constantes, paraît, suivant moi, ne pouvoir se concilier avec l'idée de l'efficacité supposée de masse. Les circonstances observées par Pfaff et beaucoup d'autres qu'on pourrait citer, semblent prouver que l'affinité est *élective*, quoiqu'il n'ait pas encore été présenté d'explication satisfaisante de cette propriété extraordinaire. Si nous admettons que les atômes Affinité élective.

[1] Ann. de Chim LXXVII, 266.
[2] Elements of chemical Philosophy, p. 117.

des corps jouissent de la polarité, et qu'ils s'unissent toujours par les mêmes pôles, nous pouvons nous former une idée de la manière dont l'union de *b* avec *m* peut avoir pour effet d'en séparer *a*. *a* et *b* sont attirés l'un et l'autre par le même pôle de *m*, et *b* étant attiré le plus puissamment peut être considéré comme capable de s'insinuer à la place que *a* occupait auparavant : *a* étant donc ainsi éloigné à une plus grande distance, peut être poussé au-delà de la sphère d'attraction de *m*, et par conséquent dégagé entièrement. Les découvertes récentes concernant les combinaisons des corps entre eux, dont je vais immédiatement présenter l'exposé, tendent davantage encore à renverser la doctrine de Berthollet, relativement à l'efficacité de *masse* dans les combinaisons et décompositions chimiques.

Loi de Richter sur la double décomposition.

20. Le docteur J.-B. Richter, qui fut pendant quelque temps secrétaire des mines à Breslau, et ensuite *arcanist*[1] dans la manufacture de porcelaine de Berlin, reconnut le premier fait important concernant les combinaisons. Il publia en 1792, la première partie d'un ouvrage ayant pour titre : *Fondation of stochiometry or geometry of the chemical elements*[2]. Cet ouvrage, qu'il continua pendant les années suivantes 1793, 1794, 1795, et 1802, contient le résultat de ses recherches sur les décompositions et combinaisons des corps chimiques. Il observa que deux sels neutres, qui se décomposent réciproquement, étant mêlés ensemble, les deux nouveaux sels produits, conservent encore le même état neutre que les deux sels originaux dont ils étaient formés. Cette circonstance lui fournit les moyens d'examiner avec soin les résultats obtenus par des expériences précédentes, et il fit voir que les nombres assignés par Bergman, Kirwan et Wenzel, pour les parties constituantes des sels, ne sont pas exacts, et qu'ils ne peuvent pas établir la preuve de cette double décomposition. Il se décida en conséquence à faire une suite d'expériences dans la vue d'obtenir des résultats plus satisfaisans, et ces expériences l'occupèrent pendant environ dix ans. Il forma, de ceux qu'il obtint, des tables

[1] Ce mot, qui ne se trouve dans aucun dictionnaire anglais, pourrait désigner en français, je pense, la personne chargée de diriger et surveiller les préparations secrètes, qui ne sont pas connues des ouvriers. (*Note du Traducteur*).

[2] Anfungsgründe der Stochiometrie, oder messkunst chymischer Elemente.

présentant le poids de chaque base capable de saturer 100 parties en poids de chaque acide, et le poids de chaque acide capable de saturer 100 parties en poids de chaque base. Il remarqua que les différentes bases suivent exactement le même ordre dans chacune des tables ; et cet ordre, dans les tables de Richter, est ainsi qu'il suit :

1. Alumine.	4. Chaux.	7. Potasse.
2. Magnésie.	5. Soude.	8. Barite.
3. Ammoniaque.	6. Strontiane.	

L'ordre suivant lequel les différens acides saturent chaque base, était également le même, et d'après lui, ainsi qu'il suit, savoir :

1. Acide fluorique.	8. Acide sulfurique.
2. Acide carbonique.	9. Acide succinique.
3. Acide sébacique.	10. Acide nitrique.
4. Acide muriatique.	11. Acide acétique.
5. Acide oxalique.	12. Acide citrique.
6. Acide phosphorique.	13. Acide tartarique.
7. Acide formique.	

Richter observa de plus que les nombres, dans chaque table, constituent une suite, dont le rapport entre eux, est le même dans toutes les tables. En supposant par exemple, que dans la table représentant les muriates, la quantité de potasse nécessaire pour saturer 100 parties d'acide muriatique, fût trois fois celle qu'il faudrait d'alumine pour produire le même effet, la même chose aurait lieu à l'égard des sulfates, nitrates, et tous les autres genres de sels. Il faudrait trois fois autant de potasse pour saturer 100 d'acide sulfurique, nitrique, ou tout autre acide quelconque, que cette saturation eût exigé d'alumine.

Ces faits expliquent comment, lorsque deux sels neutres se décomposent entre eux, les nouveaux sels formés sont neutres aussi, et comment il n'y a ni excès d'acide ou de base de l'un ou de l'autre côté. Les mêmes proportions de bases qui saturent un poids donné d'un acide, saturent tous les autres acides ; et la même proportion d'acides, nécessaire à la saturation d'une base, opère celle de toutes les autres bases ; d'où il suit, qu'on peut assigner à chaque acide et à chaque base des nombres indiquant le poids de chacun d'eux, qui saturera les nombres appliqués à tous les

autres acides et bases. C'est ce qu'exécuta Fischer d'après les expériences de Richter ; et c'est aussi d'après cela que le docteur Wollaston construisit sa *règle à glissoire* d'équivalens chimiques, si précieuse sous tous les rapports pour le chimiste praticien.

Théorie atomique de Dalton.

21. Dalton, sans connaître la loi générale déjà découverte par Richter, porta en 1804 son attention sur le sujet. Il fut frappé du petit nombre de proportions dans lesquelles les corps simples sont susceptibles de s'unir, et de l'ordre constant de ces proportions. Ainsi en représentant le poids du carbone par 75, nous trouvons que l'oxide de carbone et l'acide carbonique, les deux seuls composés de carbone et d'oxigène, ont pour parties constituantes, savoir :

Oxide de carbone..	75 carbone + 100 oxigène,
Acide carbonique..	75 carbone + 200 oxigène.

De sorte que la quantité d'oxigène dans l'acide carbonique est à la quantité de ce principe dans l'oxide de carbone comme 2 est à 1.

Si nous représentons le poids d'un atôme d'azote par 175, nous trouvons que tous les composés d'azote et d'oxigène sont formés ainsi qu'il suit, savoir :

Protoxide d'azote, de	175 azote + 100 oxigène.
Deutoxide d'azote, de	175 azote + 200 oxigène.
Acide hyponitreux, de	175 azote + 300 oxigène.
Acide nitreux, de....	175 azote + 400 oxigène.
Acide nitrique, de....	175 azote + 500 oxigène.

De sorte que la quantité d'oxigène dans ces composés, celle de l'azote restant toujours la même, est comme les nombres 1, 2, 3, 4, 5.

On peut faire les mêmes observations, relativement à la composition des oxides métalliques, des chlorures, des sels neutres, et en effet de toutes les combinaisons chimiques que nous connaissons. Dalton eut l'idée heureuse que ces nombres proportionnels représentaient les poids respectifs des atômes des corps combinans; que ces corps se combinent soit 1 atôme d'un avec 1 atôme d'un autre, ou avec 2 atômes, ou avec 3, 4, 5 ou 6 atômes. D'après cette notion, si nous représentons le poids d'un atôme de carbone par 0,75, un atôme d'oxigène sera 1, et l'oxide de carbone se composera de 1 atôme carbone et de 1 atôme oxigène, et

l'acide carbonique consistera dans 1 atôme carbone et 2 atômes oxigène. Si le poids d'un atôme d'azote est 1,75, et celui d'un atôme d'oxigène 1, alors les composés d'azote et d'oxigène seront formés, ainsi qu'il suit :

Protoxide d'azote, de	1 atôme azote	+ 1 atôme oxigène,
Deutoxide d'azote...	1	+ 2
Acide hyponitreux..	1	+ 3
Acide nitreux.....	1	+ 4
Acide nitrique.....	1	+ 5

La simplicité et l'importance de cette opinion firent une prompte et forte impression sur les chimistes en général. Sa vérité est aujourd'hui presque universellement admise. J'en ai donné une explication très-étendue dans une précédente partie de cet ouvrage, et j'ai tâché de déterminer le poids de l'atôme de tous les différens corps simples, ainsi que des composés divers qu'ils sont susceptibles de former; mais cette théorie, qu'on a dénommée théorie atomique, me semble présenter une objection insurmontable à l'opinion avancée par Berthollet, que la masse influe sur les combinaisons et décompositions chimiques.

Hypothèse de Davy et Berzelius.

22. J'ai déjà essayé de donner une idée de l'ingénieuse hypothèse de Berzelius et de Davy, au moyen de laquelle ils ont entrepris de généraliser encore davantage nos notions sur l'affinité chimique, en nous la faisant considérer comme pouvant être représentée par les états opposés d'électricité. Tout corps, dans leur opinion, jouit d'un état électrique permanent, résineux ou vitré. Deux corps dans le même état d'électricité n'ont point d'affinité l'un pour l'autre; il en existe entre ceux qui sont dans des états opposés, et la force d'affinité est proportionnelle au degré d'intensité des électricités différentes dans les deux corps. Pour séparer des corps l'un de l'autre, il suffit de les ramener au même état électrique, ou vitré, ou résineux. Davy et Berzelius ont soutenu l'un et l'autre cette hypothèse avec beaucoup d'esprit et de talent. C'est à elle, en effet, que nous sommes, jusqu'à un certain point, redevables des brillantes découvertes dont Davy a enrichi la science. Mais les faits qu'ils font valoir à l'appui de cette théorie, tout ingénieux et plausibles qu'ils sont, ne me paraissent pas propres à nous convaincre qu'elle est une représentation exacte de ce qui se passe en nature,

Il n'a pas été prouvé, je pense, d'une manière satisfaisante, que des corps sont dans des états électriques permanens, et ce fait ne peut être admis sans renverser entièrement l'édifice de la science de l'électricité, telle qu'elle existe actuellement. Les bases de cette science sont établies sur la supposition de l'existence de deux fluides subtils auxquels on a donné les noms d'électricités vitrée et résineuse. Lorsque des corps contenant chacun de ces fluides viennent en contact, les deux électricités sont censées se combiner ensemble, et par cette union, elles sont privées de leurs propriétés caractéristiques, de manière à ce qu'elles cessent de donner aucunes indications de leur présence. Il est vrai que par l'électricité on parvient à décomposer différens corps; mais il en est de même de la *chaleur*; et il ne peut être rien avancé d'évident pour prouver que la chaleur et l'électricité n'agissent pas exactement de la même manière sur des corps.

CHAPITRE II.

Des Gaz.

Les gaz forment une classe nombreuse de corps qui diffèrent beaucoup entre eux dans leurs propriétés chimiques. Quelques-uns ont celles d'un acide, comme l'acide carbonique; d'autres, comme le gaz ammoniac, ont les propriétés d'un alcali. Il en est de combustibles, tels que l'hydrogène, de soutiens de combustion, comme l'oxigène, etc. Mais quelles que puissent être leurs différences sous d'autres rapports, ces corps se ressemblent tous par leurs caractères communs, de cet état aériforme et de cette espèce d'élasticité particulière qui les constituent gaz. Nous examinerons dans ce chapitre jusqu'à quel point cet état aériforme peut affecter et modifier les combinaisons des gaz entre eux et avec toutes les autres classes de corps. Mais pour s'occuper utilement de cette recherche, il faut d'abord connaître la constitution des corps gazeux; c'est donc par là qu'il est indispensable de commencer avant tout, pour les considérer ensuite dans leur état de mélange et dans celui de leur combinaison entre eux et avec les liquides et les solides. Ainsi le sujet se divise natu-

rellement dans les cinq sections suivantes dont se composera ce chapitre, savoir :

1. La constitution du gaz.
2. Le mélange des gaz entre eux.
3. La combinaison des gaz les uns avec les autres.
4. La combinaison des gaz avec les liquides.
5. La combinaison des gaz avec les solides.

SECTION PREMIÈRE.

De la Constitution des Gaz.

Il a été démontré, en mécanique, que les corps gazeux sont des *fluides*; qu'ils cèdent à la plus légère impression; que leurs parties se meuvent librement et avec la plus grande facilité. Il a été de plus reconnu, qu'indépendamment de ces propriétés, qui leur sont communes avec les liquides, les gaz en ont une qui leur est particulière, l'*élasticité*. C'est en vertu de cette propriété qu'ils peuvent être réduits, par la pression, à un volume plus petit que celui qu'ils avaient; mais ils reprennent aussitôt leur premier état dès que la force qui les comprimait a cessé d'agir sur eux. Si d'un vaisseau rempli d'eau on enlève la moitié de ce liquide, la portion restante n'occupe plus que la moitié de ce vaisseau, mais il n'en est pas ainsi de l'air. Si l'on parvient, par quelque moyen, à retirer la moitié de l'air contenu dans un vaisseau, l'autre moitié prend immédiatement de l'expansion, et elle continue encore de remplir le vaisseau. La même chose a lieu en retirant du vaisseau les 0,75, 0,90, 0,99, etc. de l'air; la petite portion qui reste s'étend toujours de manière à occuper toute la capacité du vaisseau. On n'a pas découvert jusqu'à présent de limite à cette faculté d'expansion ou dilatation. Avec une bonne machine pneumatique on peut facilement raréfier l'air jusqu'à 300 fois son volume primitif; tandis que, d'un autre côté, on peut aisément, par le moyen d'un condensateur, le réduire aux 0,10 de son volume ordinaire. Ainsi on peut rendre le volume de l'air 3000 fois plus considérable ou 3000 fois moindre. On assure même qu'on a poussé l'effet de ce changement dans le volume de l'air

Gaz élastiques.

jusqu'à 3,000,000 de fois. Je ne connais jusqu'à présent aucune suite exacte d'essais qui garantissent ce fait, quoiqu'il ne me semble aussi y avoir aucune raison d'en révoquer en doute la possibilité [1].

Ce changement illimité de volume que les corps gazeux sont susceptibles d'éprouver, les a fait considérer comme composés de particules ou *atômes* qui ne se touchent point, qui se repoussent mutuellement, et qui par conséquent s'écarteraient les uns des autres à une distance indéfinie, s'ils n'étaient retenus par la pression des corps environnans.

L'élasticité est en raison de la pression.

Boyle s'est assuré, par expérience, que l'effet de la diminution dans le volume de l'air est toujours proportionnel à la pression qu'il éprouve, et celui de son augmentation à l'affaiblissement de cette force agissant sur lui; ou, en général, que le volume de l'air est en raison inverse de la force qui le comprime. Ainsi l'air, à la surface de la terre, supporte une pression égale au poids de l'atmosphère supérieure, qui équivaut à-peu-près à une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur. Si cette pression est rendue double, le volume de l'air est réduit à la moitié de celui qu'il avait; ce volume ne sera plus que du tiers si la pression est triplée, et ainsi de suite. En diminuant de moitié la pression, le volume de l'air devient double, et dix fois plus considérable si on réduit cette pression aux 0,10 de ce qu'elle était [2]. Mariotte et d'autres physiciens obtinrent les mêmes résultats.

Répulsion entre les molécules des gaz, comme $\frac{1}{d}$

1. Il a été démontré, par Isaac Newton, que cette loi étant exacte, la force en vertu de laquelle les molécules d'air s'écartent les unes des autres, augmente ou diminue dans le même rapport que la distance entre les centres des particules ou atômes dont il est composé décroît ou devient plus considérable; ou, ce qui est la même chose, que la répulsion entre les molécules des corps gazeux est toujours en raison inverse de la distance entre leurs centres [3].

Distance en raison inverse de la racine cube de la densité.

Or, la distance entre les centres des atômes des fluides élastiques varie toujours comme la racine cube de leur *densité*, en prenant ce mot dans son acception ordinaire. Ainsi,

---

[1] Les physiciens anciens se trompèrent dans leurs calculs à ce sujet, en négligeant d'avoir égard à l'effet de l'humidité.

[2] Shaw's Boyle. II, 671.

[3] Principia. Lib. II, prop 23.

la densité de l'air sous la pression moyenne de l'atmosphère étant 1, si cet air est réduit au $\frac{1}{8}$.e de son volume, sa densité devient 8. Dans ces deux cas la distance entre les atômes de l'air est inversement comme la racine cube de 1 est à la racine cube de 8, ou :: 1 : 2. De manière que dans l'air comprimé au $\frac{1}{8}$e. de son volume, la distance entre ses molécules est réduite à moitié, et par conséquent la force de répulsion entre elles est doublée. Dans l'air raréfié de 300 fois son volume, la densité est réduite au $\frac{1}{300}$.e de celle de l'air ordinaire, et dans ce cas la distance entre les atômes de l'air ordinaire et de l'air raréfié, est comme $\sqrt[3]{1}$ $\sqrt[3]{300}$, ou à-peu-près :: 1 : 7, de manière que dans l'air raréfié 300 fois, la distance entre les molécules devient presque sept fois plus considérable, et par conséquent la force de répulsion entre elles presque sept fois moindre.

Quelques-uns des gaz se rapprochent de la nature des vapeurs.

2. Telle est l'opinion actuellement admise relativement à la constitution des corps gazeux. Les expériences sur lesquelles cette opinion est fondée, furent presqu'exclusivement faites sur l'air atmosphérique, et on en a rapporté les résultats, par analogie, à d'autres corps gazeux. Ces résultats se trouvent être en effet, dans la plupart des cas, ainsi que cela a été reconnu par des expériences récentes, exactement les mêmes; mais dans un petit nombre de gaz, cette analogie est, jusqu'à un certain point, en défaut.

On s'est assuré qu'aucun degré de compression n'est capable de produire de changement dans la constitution de l'air; dès que la force comprimante cesse, l'air reprend son premier volume, et il n'a rien perdu de son élasticité. Mais à l'égard de quelques gaz, l'effet d'une compression violente peut les réduire à l'état de liquides ou même de solides; et par conséquent, ces gaz peuvent être considérés comme fluides élastiques intermédiaires entre *vapeurs* et *airs* strictement ainsi appelés.

La chaleur, ainsi que nous l'avons déjà fait voir, a la propriété d'ajouter à la force d'élasticité des gaz, tandis qu'au contraire le froid la diminue. Aucun degré de froid produit jusqu'à présent sur l'air ne peut opérer de changement dans sa constitution; mais il est quelques gaz sur lesquels le froid agit avec assez d'énergie pour les convertir en liquides ou même en solides. Ces gaz éprouvent donc ainsi le même effet que s'ils étaient affectés par la compression, et c'est très-vraisemblablement par la même raison.

Listes des gaz. 3. Le nombre des gaz est probablement très-grand, mais on n'en a encore examiné jusqu'ici avec précision que 34. Sur cette quantité il y en a 29 qu'on sait être des composés, les 5 autres n'ont pas encore été reconnus comme tels. On a donné, dans la table qui suit, la liste de tous les gaz connus rangés suivant leur composition. J'ai compris parmi eux, la vapeur d'eau, d'alcool et d'éther, vapeurs qui méritent attention comme devant nous aider dans l'examen de la nature des corps divers considérés comme gazeux.

I. Gaz simples.

1. Oxigène.
2. Chlore.
3. Vapeur d'iode.
4. Hydrogène.
5. Azote.
6. Soufre.

II. Gaz composés.

a. *Gaz simples combinés.*

7. Acide hydriodique.
8. Protoxide de chlore. (Euchlorine).
9. Protoxide d'azote.
10. Acide hydrochlorique.
11. Deutoxide d'azote.
12. Vapeur d'eau.
13. Ammoniac.

b. *Oxigène et une base solide.*

14. Acide sulfurique.
15. Acide sulfureux.
16. Oxide de carbone.
17. Acide carbonique.

c. *Hydrogène et une base solide.*

18 Cyanogène.
19. Acide hydro-sulfurique.
20. Hydrogène percarboné.
21. Hydrogène carboné.
22. Phosphore hydrogéné.
23. Phosphore bihydrogéné.

d. *Fluor, chlore, cyanogène, avec une base.*

24. Acide fluoborique.
25. Acide chloro-cyanique.
26. Acide hydrocyanique.
27. Acide chloroxi-carbonique (phosgène).

e. *Deux bases solides.*

28. Sulfure de carbone.

f. *Composés triples ou quadruples.*

29. Ether hydriodique.
30. Ether chlorique.
31. Ether sulfurique.
32. Ether hydrochlorique.
33. Alcool.
34. Huile de térébenthine.

4. La différence entre la densité des gaz, sous la même pression et à la même température, est beaucoup plus grande que celle qui existe entre la plupart des corps liquides. La table qui suit présente la densité et le poids d'un décimètre cube de tous les gaz à la température de 15°,55 centigr., et sous la pression barométrique de 76 centimètres de mercure, en supposant la pesanteur spécifique de l'air ordinaire = 1,000, et le poids d'un décimètre cube de cet air = 1,205. Leur pesanteur spécifique.

Gaz	Pesanteur spécifique.	Poids d'un décim. cube. Grammes.
Air..	1,000	1,205
Vapeur d'iode	8,678	10,456
Ether hydriodique..	5,475	6,597
Vapeur d'huile de térébenthine	5,013	6,040
Acide hydriodique..	4,375	5,271
Acide chloroxi-carbonique.	3,472	4,183
Ether chlorique.	3,474	4,186
Vapeur d'acide sulfurique.	2,777	3,345
Vapeur de sulfure de carbone.	2,6447	3,186
Vapeur d'éther sulfurique.	2,586	3,115
Chlore..	2,500	3,011
Protoxide de chlore.	2,440	2,940
Acide fluoborique.	2,3709	2,857
Acide sulfureux..	2,222	2,677
Ether hydrochlorique.	2,219	2,673
Vapeur d'acide chlorocyanique..	2,152	2,589
Cyanogène.	1,804	2,174
Vapeur d'alcool..	1,6133	1,944
Protoxide d'azote..	1,5278	1,841
Acide carbonique..	1,527	1,832
Acide hydrochlorique.	1,284	1,547
Acide hydro-sulfurique.	1,180	1,417
Vapeur de soufre.	1,111	1,339
Oxigène..	1,111	1,339
Deutoxide d'azote.	1,0416	1,255
Gaz hydrogène percarboné..	0,974	1,174
Azote.	0,9722	1,171
Oxide de carbone.	0,9722	1,171

Gaz.	Pesanteur spécifique.	Poids d'un décim. cube. Grammes.
Phosphore bihydrogéné	0,9716	1,170
Vapeur d'acide hydro-cyanique	0,9368	1,128
Phosphore hydrogéné	0,9022	1,087
Vapeur d'eau	0,625	0,753
Ammoniac	0,590	0,711
Hydrogène carboné	0,555	0,670
Hydrogène	0,0694	0,083

Poids de leurs atômes

5. Parmi ces corps gazeux il en est deux dont les pesanteurs spécifiques sont égales au poids de leurs atômes; ce sont :

	Pesanteur spécifique d'oxigène étant 1.	Poids d'un atôme.
Oxigène	1,000	1,000
Gaz hydrogène percarboné	0,876	0,876

Quinze de ces corps ont leur pesanteur spécifique égale à la moitié du poids de leurs atômes, savoir :

	Pesanteur spécifique d'oxigène étant 1.	Poids d'un atôme.
Acide chloroxi-carbonique	3,095	6,190
Chlore	2,250	4,500
Acide sulfureux	2,000	4,000
Cyanogène	1,625	3,242
Protoxide d'azote	1,375	2,750
Acide carbonique	1,374	2,750
Acide hydro-sulfurique	1,062	2,124
Soufre	1,000	2,000
Azote	0,875	1,750
Oxide de carbone	0,875	1,750
Phosphore hydrogéné	0,8125	1,625
Vapeur d'eau	0,5625	1,125
Hydrogène carboné	0,4995	0,999
Carbone	0,375	0,750
Hydrogène	0,0625	0,125

La pesanteur spécifique pour cinq de ces gaz est égale à un quart du poids de leurs atômes; ces gaz sont :

	Pesanteur spécifique oxigène étant 1.	Poids d'un atôme.
Acide hydriodique....	3,986	15,944
Acide hydrochlorique...	1,1557........	4,625
Deutoxide d'azote.....	0,9375........	3,750
Acide hydro-cyanique..	0,8433........	3,3732
Ammoniac.........	0,53125.......	2,125

On peut déduire de ces rapports entre la pesanteur spécifique et le poids des atômes, la conséquence, que le nombre d'atômes dans un volume donné des trois séries de gaz ci-dessus établies sont entre eux comme les nombres suivans, savoir :

1.ere série...............	4
2.e....................	2
3.e....................	1

D'où il suit qu'un décimètre cube de gaz oxigène contient deux fois autant d'atômes qu'un décimètre cube de gaz azote, et quatre fois autant d'atômes qu'un décimètre cube de gaz ammoniac. D'après cela il est évident, que si l'air ordinaire est un mélange de 4 volumes d'azote et de 1 volume d'oxigène, un volume donné de cet air, est un mélange composé de 2 atômes d'azote et de 1 atôme oxigêne.

6. Il a été fait bien des conjectures en physique sur la cause de l'élasticité des corps gazeux. L'opinion qui semble le plus généralement prévaloir aujourd'hui, est celle que la force de répulsion réside dans la substance qu'on appelle calorique ; que les gaz sont des combinaisons de cette substance avec une base; et qu'ils doivent la permanence de leur état élastique à l'union intime entre les atômes de la base et ce calorique, dont on conçoit que les molécules, quoique se repoussant entre elles, ont une affinité très-forte pour les atômes d'autres corps. Cette opinion n'étant pas susceptible de preuve directe, on ne peut la considérer autrement que comme une hypothèse plausible. Si elle était fondée, on en pourrait conclure que l'élasticité des gaz ne doit pas augmenter précisément en raison de leur diminution de volume; car lorsque l'air est comprimé par une force quelconque, il s'en dégage une grande quantité de calorique. On voit, par les expériences de Dalton, que la chaleur produite par la condensation soudaine de l'air à la moitié de son volume, est au-moins égale à 20° centigr. Mais il a été plus récem-

Élasticité des gaz attribuée au calorique.

ment démontré par Biot, que dans des cas de compression soudaine des corps gazeux, la chaleur dégagée est souvent beaucoup plus considérable. La chaleur produite lorsqu'on comprime rapidement un mélange de gaz oxigène et hydrogène, suffit pour l'enflammer et le convertir en eau. L'expérience fut faite en comprimant fortement ces gaz au moyen d'un piston dans le canon d'un fusil à vent. Le canon, quoique de fer, et très-fort, fut déchiré par la violence de l'explosion * : un dégagement aussi considérable de calorique doit diminuer sensiblement l'élasticité, si la compression est continuée jusqu'à ce que le gaz condensé ait eu le temps de se refroidir. D'un autre côté, lorsque les corps gazeux sont raréfiés, leur élasticité ne doit pas diminuer dans le rapport de leur augmentation de volume; car il est probable que dans sa dilatation, l'air absorbe le calorique dans la même proportion qu'il l'abandonne lorsqu'il est condensé.

Quantité d'eau contenue dans les gaz. 7. La considération de la proportion d'eau qui entre dans la constitution des corps gazeux, a été également un grand sujet de discussion parmi les savans. Selon quelques physiciens, la présence d'une portion de ce liquide est essentielle à l'état élastique des gaz. Il y en a même qui ont été, à cet égard, assez loin pour affirmer que toute la matière pondérable contenue dans les gaz est de l'eau, et que les gaz ne consistent que dans ce liquide combiné avec quelque corps, tels que les fluides magnétique, électrique, etc., qui n'ont pas sensiblement de poids. Il serait inutile d'entrer ici dans l'examen particulier de ces opinions, qui ne pouvant être appuyées de preuves, n'ont été proposées que comme des suppositions ingénieuses, ou comme moyens d'obvier à quelque difficulté.

On voit, par les expériences de Saussure, qu'en laissant pendant un temps suffisant de l'air atmosphérique en contact avec l'eau, à la température de 14° centig., on peut enlever ensuite à un décimètre cube de cet air, au moyen d'alcalis desséchés, environ 0',014 d'eau. Les expériences de Dalton donnent presqu'exactement le même résultat ; mais Clément et Desormes n'en ont obtenu que 0',009 environ, en faisant passer la même quantité d'air atmosphérique sur

* Phil. Mag. XXI, 362.

du chlorure de calcium [1], à la température de 12 à 13° centigrades.

Saussure reconnut aussi qu'en laissant, pendant un temps suffisant, en contact avec l'eau, aux mêmes température et pression, des volumes égaux d'air atmosphérique, de gaz hydrogène et acide carbonique, on obtenait ensuite de chacun de ces gaz une même quantité d'eau en les traitant avec de l'alcali desséché. Clément et Désormes ayant fait des expériences semblables sur l'air atmosphérique et les gaz oxigène, hydrogène, azote et acide carbonique, elles leur donnèrent exactement le même résultat [2]. On peut conclure de ces expériences que la quantité d'humidité que les gaz contiennent dépend de leur volume et non de leur densité; qu'un décimètre cube de tous les gaz, à la même température et sous la même pression, si on le laisse en contact avec l'eau, peut se mêler ou se combiner avec un même poids de ce liquide, ou est au-moins disposé à en abandonner le même poids. Ces résultats se trouvent parfaitement d'accord avec ceux de Dalton sur le sujet.

Tous les gaz, dans les circonstances ordinaires, contiennent de l'humidité; car tous en abandonnent un peu lorsqu'on les met en contact avec des alcalis desséchés, du chlorure de calcium, de l'acide sulfurique, de la chaux et autres substances semblables qui ont une forte affinité pour l'eau; mais lorsque ces substances cessent d'agir ainsi sur les gaz, devons-nous les considérer comme entièrement dépouillés d'eau, ou en retiennent-ils encore une portion sur laquelle ces corps ne peuvent plus produire aucun effet? Nous ne sommes pas en état de pouvoir décider sur ce point d'une manière parfaitement satisfaisante. Mais lorsque les gaz sont exposés à l'action de substances qui, comme l'acide sulfurique, ont une grande affinité pour l'eau, et qu'en même-temps on les refroidit autant que cela est possible, la quantité d'humidité qui reste, doit être très-petite.

La présence de l'humidité produit un très-grand effet sur la pesanteur spécifique des gaz, et spécialement de ceux qui sont légers. Lorsque, par exemple, le gaz hydrogène est mis en contact avec l'eau, on peut en toute sûreté attri-

---

[1] Ann. de Chim. XLII, 125.
[2] *Ibid.*

buer la moitié au-moins de son poids à l'humidité. Ainsi, lorsqu'on cherche à déterminer la pesanteur spécifique des gaz en les pesant, il faut, autant que cela est possible, qu'ils soient dans le même état relatif d'humidité et de sécheresse. Cet état d'humidité ou de dessiccation doit influer considérablement sur nos évaluations des proportions dans lesquelles les corps gazeux se combinent, quoiqu'il résulte des observations de Dalton que l'effet n'est pas, à beaucoup près, aussi grand qu'on l'avait annoncé.

Lorsque les gaz reposent sur l'eau, il est évident qu'ils seront aussi humides qu'il est possible. Dans ce cas, la proportion d'eau qu'ils contiennent dépendra de la température. Moins la température sera élevée, et plus la proportion de l'humidité présente sera petite; et si la température est très-basse, le gaz sera presque parfaitement dépouillé d'humidité.

Nature des vapeurs. 8. Tel est l'état présent de nos connaissances relativement à la constitution des gaz. Les *vapeurs* se rapprochent beaucoup de ces corps; et quoiqu'ils en diffèrent dans quelques particularités essentielles, ils n'en ont pas moins efficacement servi à répandre un grand jour sur leurs propriétés. Les *vapeurs* sont des fluides élastiques, auxquels on peut à volonté faire prendre la forme de *liquides*. C'est en cela qu'elles diffèrent des gaz.

Lorsqu'une vapeur est comprimée, une portion de cette vapeur perd la forme élastique et se condense en un liquide. Le résultat de cette condensation est que la portion restante de la vapeur continue d'être dans le même état d'élasticité qu'avant la compression; d'où il suit que l'élasticité des vapeurs n'augmente pas en raison de la pression, comme celle des gaz.

Lorsqu'on chauffe les vapeurs, non-seulement leur élasticité augmente, mais encore une nouvelle portion du liquide, si elles en contiennent, est convertie en vapeur. Ainsi, l'élasticité augmente en *apparence* dans un rapport beaucoup plus grand que celle des gaz.

Ce n'est que par ces deux circonstances que les vapeurs diffèrent des gaz. Si elles n'avaient pas lieu, leur augmentation d'élasticité par la compression et par la chaleur serait absolument la même. Les vapeurs peuvent supporter, avant de prendre la forme liquide, une pression d'autant plus grande que leur température est plus élevée.

Quelques vapeurs, telles que celles de mercure et d'acide sulfurique, ne sont susceptibles de devenir sensiblement élastiques qu'à une température de beaucoup supérieure à celle moyenne de l'atmosphère, ou que lorsqu'elles cessent d'être sous la pression atmosphérique ordinaire. D'autres, comme celles de l'eau, de l'alcool et de l'éther, ont une élasticité très-sensible, même dans les basses températures, et elles peuvent être soumises à un certain degré de pression sans être converties en liquides. Parmi ceux des corps qu'on considère ordinairement comme gaz, il en est quelques-uns qui, à de très-basses températures, et sous de fortes pressions, prennent la forme liquide. C'est ce qui a lieu à l'égard du gaz ammoniac; et il est probable qu'il en est ainsi, relativement aux gaz acide hydrochlorique, acide fluorique, et tous ceux des gaz qui sont absorbés en grandes quantités par l'eau. Les autres gaz ne peuvent devenir liquides, quelque degré de compression et de froid qu'on ait pu jusqu'à présent leur appliquer. Ces faits donnent une grande force à l'opinion la plus généralement admise aujourd'hui, que les fluides élastiques doivent cette propriété d'élasticité au calorique; qu'ils sont des combinaisons du calorique et d'une base, et que leur permanence d'état résulte de la force d'affinité de cette union. Lorsque l'affinité ne suffit pas pour résister à des forces ordinaires qu'on leur applique, on les appelle vapeurs; et dans le cas contraire, ce sont des *gaz*. Mais dans chacune de ces classes de fluides élastiques, l'affinité varie. Dans quelques vapeurs l'élasticité ne devient sensible qu'à des températures plus élevées que celles ordinaires; dans d'autres, cette élasticité se manifeste à la température moyenne de l'atmosphère. Parmi les gaz, il en est dont l'élasticité est détruite par des degrés de compression ou de froid extraordinaire, qu'il est en notre pouvoir de produire, tandis que d'autres la conservent constamment, quels que soient la force de compression et le degré de froid auxquels nous puissions les soumettre.

SECTION II.

Du Mélange des Gaz.

Les gaz se mêlent et se combinent.

On peut mêler ensemble les corps gazeux comme d'autres fluides. Or, lorsque de tels mélanges ont lieu, il en résulte, à l'égard de quelques gaz, par leur union, un nouveau composé qui diffère beaucoup dans ses propriétés des gaz qui le constituent. Ainsi les gaz *acide hydrochlorique* et *ammoniac* forment *l'hydrochlorate d'ammoniaque*, et les *gaz deutoxide d'azote et oxigène*, l'acide *nitrique*. Il y a d'autres gaz qui se mêlent ensemble sans aucun changement apparent, comme les gaz *oxigène* et *hydrogène*, hydrogène et azote, etc. Dans le premier cas, il y a manifestement *combinaison*. Dans le second c'est plutôt un *mélange mécanique;* c'est de ce second cas que nous allons nous occuper en remettant à traiter du premier dans la section suivante.

Table des gaz qui se mêlent.

1. On a présenté, dans la table qui suit, la liste des gaz qui peuvent être mêlés ensemble sans qu'il en résulte aucun changement apparent dans leur état.

I. *Gaz qui se mêlent, mais qui ne se combinent jamais intimement.*

Gaz oxigène, avec ceux acides fluoborique, fluosilique et carbonique.

Hydrogène, avec ceux acides hydrochlorique, fluoborique, fluosilicique, oxide de carbone, hydrogène percarboné, hydrogène carboné, phosphore byhydrogéné, acide hydrosulfurique, et ammoniac.

Azote avec presque tous les autres gaz.

Acides fluoborique et fluosilicique avec le plus grand nombre des gaz.

II. *Gaz qui se mêlent sans aucun changement, mais qu'en traitant d'une manière particulière, on peut rendre susceptibles de se combiner.*

Oxigène, avec chlore, iode, hydrogène, azote, oxide de carbone, acide sulfureux, protoxide d'azote.

Hydrogène, avec chlore, iode et azote.

III. *Gaz qui se mêlent sans éprouver de changement; mais qui, en les traitant particulièrement, peuvent être rendus capables de se décomposer mutuellement.*

Oxigène, avec les gaz hydrogène carboné, phosphore hydrogéné, hydrogène percarboné, acide hydro-sulfurique, cyanogène et ammoniac.

Hydrogène, avec acide carbonique, deutoxide d'azote, protoxide d'azote, acide sulfureux, etc.

2. Lorsqu'on met ensemble dans le même vaisseau deux ou un plus grand nombre des gaz indiqués dans cette table, chacun d'eux s'étend également à travers tout l'espace, de manière à y être partout d'une densité égale. Chaque portion du mélange contient exactement la même proportion de chacun des gaz. Lorsque les gaz se sont ainsi étendus également dans la capacité du vaisseau, le mélange continue toujours d'être sensiblement uniforme, quelle que soit la différence de pesanteur spécifique des gaz mêlés. Le plus pesant ne gagne pas plus la partie inférieure du vaisseau que le plus léger ne s'élève vers le haut.

Tous les gaz se mêlent également.

C'est au docteur Priestley que nous devons la première suite d'expériences sur ce sujet. Il introduisit dans le même vase cylindrique de l'air ordinaire et de l'acide carbonique, de l'hydrogène et du deutoxide d'azote, du deutoxide d'azote et de l'acide carbonique, des gaz oxigène et hydrogène, des acides sulfureux et fluosilicique; et après avoir abandonné ces gaz au repos pendant un jour entier, il retira avec précaution une portion du mélange à la partie supérieure et au fond du vase; et il les trouva, sous tous les rapports, à-peu-près dans le même état*.

Il restait à examiner si deux gaz, lorsqu'ils sont simplement mis en contact, le plus léger étant placé au-dessus, et le plus pesant au-dessous, sont susceptibles de se mêler d'eux-mêmes et sans agitation. C'est ce que Dalton a dernièrement cherché à reconnaître. Il introduisait chacun des gaz qu'il voulait essayer, dans un flacon fermé avec un bouchon de liége percé, et les flacons furent ensuite joints ensemble au moyen d'un tube de verre d'environ 2.5 cent. de long, sur environ 1,3 millim. d'ouverture. Il remplit d'abord le flacon infé-

Lorsqu'ils sont mis en contact.

* Priestley, on Air. II, 441.

rieur d'acide carbonique, et il mit successivement dans le flacon plus élevé, de l'air atmosphérique, des gaz hydrogène, azote et deutoxide d'azote. L'effet, dans tous ces essais, fut le même. En examinant au bout d'une heure de repos, l'air du flacon supérieur, il ne s'y trouva pas sensiblement d'acide carbonique; mais au bout de trois heures il en contenait une très grande proportion. Il continua à s'assurer ainsi de demi-heure en demi-heure de l'état du mélange dans le flacon supérieur, et toujours il y reconnut la présence d'acide carbonique. Il remplit alors ce flacon supérieur de gaz hydrogène et celui inférieur d'air, atmosphérique d'abord, et ensuite de gaz oxigène. Le résultat fut le même. Après un ou deux jours, il trouva les gaz répandus dans l'un et l'autre des flacons. Il opéra avec le même succès sur les gaz deutoxide d'azote et hydrogène, les gaz azote et hydrogène, azote et oxigène *.

Ces expériences furent répétées avec beaucoup de soin par Berthollet. Son appareil consistait dans deux petits ballons de verre garnis chacun d'un robinet. La capacité du premier ballon était de 26 centimètres cubes, et celle du second d'environ 28 centimètres cubes. Ces deux ballons étaient réunis par un tube de 5 millimètres de diamètre, et de 26,5 centimètres de long. Les expériences se faisaient dans une cave où la température était égale. Les robinets furent tenus fermés pour empêcher toute communication entre les vaisseaux, jusqu'à ce qu'ils eussent acquis exactement la même température. On les ouvrit alors avec les précautions convenables pour qu'il n'en pût résulter aucun changement dans la température. A la fin de l'expérience, après avoir fermé les robinets, on examina les gaz dans chaque vaisseau. On a formé la table qui suit, du résultat de ces expériences.

---

* Phil. Mag. XXIV, 8.

Vaisseau de verre.	Gaz employés.	Temps.	Gaz trouvés dans chaque vaisseau.
1 2	Hydrogène. . . . . Acide carbonique.	48 heures.	41,73 gaz acide carboniq. 43,26 dudit.
1 2	Hydrogène.. . . . Air.	48 heures.	47,24 gaz hydrogène. 47,62 dudit.
1 2	Hydrogène. . . . . Acide carbonique.	24 heures.	43 acide carbonique. 46 dudit.
1 2	Air.. . . . . Acide carbonique.	24 heures.	28 acide carbonique. 56 dudit.
1 2	Air.. . . . . Acide carbonique.	24 heures.	27,2 acide carbonique. 59,8 dudit.
1 2	Azote. . . . . . . Oxigène.	24 heures.	60 oxigène. 39,33 dudit.
1 2	Hydrogène , . . . Oxigène.	24 heures.	50 oxigène. 50 dudit.
1 2	Hydrogène.. . . . Azote.	24 heures.	46 hydrogène. 45 dudit.
1 2	Azote. . . . . . . Acide carbonique.	24 heures.	22 acide carbonique. 60 dudit.
1 2	Azote. . . . . . . Acide carbonique.	48 heures.	35 acide carbonique. 61 dudit.
1 2	Oxigène. . . . . . Acide carbonique.	24 heures.	24 acide carbonique. 60 dudit.
1 2	Air. . . . . Acide carbonique.	17 jours.	42 acide carbonique. 50 dudit.

On peut avec fondement conclure de ces expériences que tous les gaz se mêlent intimement, et indépendamment de toute agitation, lorsqu'ils sont mis en contact, et qu'une fois à cet état de mélange il n'est plus possible d'en opérer la séparation.

3. Lorsque deux ou un plus grand nombre de gaz sont mêlés ensemble, le volume n'est pas sensiblement altéré. Deux gaz, chacun du volume de 33 centimètres cubes, auront encore après leur mélange, un volume de 66 centi- Le volume n'est pas altéré.

mètres cubes; chacun de ces gaz *paraissant* occuper justement le même espace que lorsqu'il était séparé. La vérité de cette observation est trop bien connue dans la pratique de la chimie pour exiger quelqu'explication particulière.

La pesanteur spécifique ne change pas.

4. La pesanteur spécifique de semblables mélanges est précisément le terme moyen de celles des gaz mêlés ensemble, calculées d'après les proportions dans lesquelles chacun d'eux y entre. Ce fait dérive évidemment de celui que nous venons d'énoncer, il est aussi familier que lui à tous les chimistes expérimentateurs.

5. Tels sont les phénomènes du mélange des substances gazeuses entre elles. On en a donné deux explications différentes.

Supposés susceptibles de se dissoudre mutuellement.

Par la première, qui est l'explication ordinaire, on considère les gaz comme exerçant tous réciproquement entre eux une affinité en vertu de laquelle ils se mêlent et sont maintenus dans cet état de mélange ou d'union; ce mélange supposé est en réalité une *combinaison*, pouvant être comparée à celle de l'alcool et de l'eau, de l'alcool et de l'éther, qui s'unissent lentement lorsqu'on les met en contact, mais qui, une fois qu'ils sont unis, ne se séparent plus. Cette force d'affinité étant très-faible, elle ne produit pas de changement sensible dans le volume ou la pesanteur spécifique du composé. C'est par cette raison que Berthollet[1], qui a traité ce sujet en grand avec cette profondeur de génie et cette sagacité qui le distinguent, a donné à cette combinaison le nom de *dissolution*.

Supposés se mêler mécaniquement.

La seconde explication du mélange des gaz fut proposée pour la première fois par Dalton, qui publia une des plus ingénieuses dissertations sur ce sujet dans le cinquième volume des mémoires de Manchester. Suivant lui, les molécules d'un fluide élastique n'exercent ni attraction ni répulsion entre elles, c'est-à-dire, qu'elles sont complètement dépourvues d'élasticité les unes à l'égard des autres; et par conséquent, l'action mutuelle de ces fluides est soumise aux lois des corps non élastiques[2].

La première de ces opinions, quoique la plus généralement admise, présente à une discussion rigoureuse plusieurs difficultés. Dans tous les autres cas de combinaison chimique

---

[1] Statique chimique. I, 274 et 487.
[2] Manchester's Mem. V, 543.

il se produit quelque changement dans la densité du composé; mais dans les gaz que nous considérons, il n'arrive jamais qu'un changement de cette nature ait lieu, la pesanteur spécifique étant toujours le terme moyen de celles des gaz avant le mélange. Mais en outre, plusieurs des gaz qui se mêlent ou se combinent ainsi sans aucune altération dans leur densité ou autres propriétés, sont capables d'entrer dans une combinaison encore plus intime au moyen de laquelle ils constituent une nouvelle substance avec des propriétés très-différentes. Ainsi l'oxigène et l'hydrogène forment l'eau, l'oxigène et l'azote l'acide nitrique. Ce sont ces phénomènes et plusieurs autres, qui portèrent Dalton à considérer comme absurde l'idée de la combinaison dans ceux des cas où il n'y a altération ni de densité ni d'élasticité.

Ils ne sont pas réciproquement élastiques.

On ne peut se dispenser d'avouer que l'hypothèse de Dalton s'accorde très-bien avec les phénomènes, et qu'elle explique d'une manière satisfaisante beaucoup de circonstances dont on ne rendrait pas aussi bien compte dans le système des combinaisons. Selon cette hypothèse, si on mêle m mesures de A avec n mesures de B, les deux corps occuperont $m+n$ mesures d'espace. Les molécules de A n'éprouvant point de répulsion de la part de celles de B, qui ne sont à leur égard que des obstacles à toute l'étendue qu'elles peuvent prendre, elles s'écarteront à l'instant les unes des autres autant que les circonstances où elles se trouvent peuvent le permettre, et par conséquent elles s'arrangeront précisément de la même manière que dans un espace vide; leur densité, considérée abstractivement, devenant $\frac{m}{m+n}$ (celle du composé étant supposée l'unité). De même aussi les molécules de B s'écarteront les unes des autres jusqu'à ce qu'elles aient acquis la densité $\frac{n}{m+n}$. Ainsi les deux gaz se trouveront dans un état de raréfaction, tel que leurs forces réunies ne s'éleveront qu'à celle de la pression de l'atmosphère. Ici les molécules de l'un des corps n'exerçant aucune pression sur les molécules de l'autre, la pesanteur spécifique n'est point à considérer. La portion de la pression atmosphérique que le fluide A supporte, sera $\frac{m}{m+n}$, et le surplus

$\frac{n}{m+n}$ sera celle que soutient le fluide *B*. Le poids ou la pression exercée sur une molécule quelconque de tout mélange fluide de cette nature, ne proviendra que des molécules de sa propre espèce[1].

Il suit de là que lorsque deux gaz sont mêlés ensemble, chacun d'eux occupe tout l'espace qui constitue le volume total des deux ; que l'élasticité du mélange est la somme des élasticités des deux gaz, en supposant que chacun conserve son volume nouveau ; et que le volume après le mélange est la somme du volume de chacun d'eux avant qu'ils fussent mêlés.

Dalton n'a rien mis en évidence à l'appui de cette très-ingénieuse hypothèse, qui n'a pour soutien que la facilité qu'elle présente pour expliquer convenablement les phénomènes. Elle a été vivement combattue par Gough et par Berthollet, mais par des considérations différentes : le premier parce qu'il la regardait comme inconciliable avec les propriétés mécaniques des fluides élastiques[2]. Le second parce qu'il ne la trouvait pas d'accord avec leurs propriétés chimiques[3].

6. En réfléchissant avec attention sur cette hypothèse de Dalton, je trouve encore que dans plusieurs circonstances elle paraît n'être pas fondée.

Objections contre la dernière hypothèse.

On peut certainement bien concevoir que les molécules d'un fluide élastique puissent ne pas exercer de répulsion à l'égard des molécules d'un autre fluide élastique ; c'est ce qui a lieu à l'égard de l'aimant, qui ne repousse point un corps électrique, quoique ces corps soient l'un et l'autre réciproquement élastiques : mais si cette non-élasticité existe, rien ne peut empêcher, lorsque deux gaz sont mis en contact, que les molécules de l'un ne se répandent dans l'espace occupé par les molécules de l'autre, si ce n'est la résistance mécanique opposée par les molécules contre lesquelles celles de l'un ou de l'autre de ces gaz viennent se heurter. Mais en considérant quel grand degré de compression les gaz sont susceptibles d'éprouver, on ne pourra se dispenser de con-

[1] Manchester Memoir's, V. 453.
[2] Phil. Mag. XXIV, 103.
[3] Statiq. chim. I, 485, etc.

venir que sous la pression moyenne de l'atmosphère, la distance entre leurs molécules doit être de beaucoup de fois plus considérable que leur volume ; et par conséquent la résistance à l'expansion par ce choc d'une molécule contre une autre sera comparativement petite. Ces molécules se répandront donc dans l'espace occupé par d'autres gaz à-peu-près avec la même vélocité que dans le vide ; et la différence de pesanteur spécifique n'en produira pas, dans le temps du mélange, une aussi grande qu'on la trouve être. Il me semble que ces circonstances et quelques autres semblables, ne s'accordent point avec la notion de non-élasticité, ou, du-moins, on n'a pas fait voir qu'elles se conciliassent avec elle.

Si les gaz étaient réciproquement non-élastiques, et si la lenteur de leur mélange provenait de l'obstacle de la rencontre de leurs molécules entre elles, il est impossible de concevoir quelle pourrait être alors la cause qui s'opposerait à leur combinaison. En supposant, par exemple, les gaz oxigène et hydrogène mis en contact et se mêlant, pourquoi les atômes de l'oxigène ne s'uniraient-ils pas à ceux de l'hydrogène sur lesquels ils se portent, et avec lesquels ils forment de l'eau? On sait que ces gaz ont de l'affinité l'un pour l'autre. Ils sont, par l'hypothèse, supposés être arrivés en contact, qu'est-ce donc qui pourrait alors les empêcher de s'unir s'ils n'exercent point de répulsion? Le même raisonnement s'applique à l'azote et l'hydrogène, à l'azote et l'oxigène, qui formeraient de l'ammoniaque, du deutoxide d'azote, etc. Or, comme cette union ne s'opère jamais, si ce n'est lorsqu'une des parties constituantes est dépourvue d'élasticité, il y a tout lieu de croire que c'est cette élasticité qui l'empêche d'avoir lieu ; et s'il en est ainsi, il faut que les différens gaz soient réciproquement élastiques.

Mais en considérant cet obstacle mécanique que les molécules d'un gaz opposent à la dilatation d'un autre, il sera difficile de le distinguer de l'élasticité. Si nous supposons un volume donné d'un gaz amené en contact avec un volume donné d'un autre, ces gaz resteront ainsi pendant un temps considérable avant de commencer à se mêler, la surface de l'un présentant un obstacle à l'expansion de l'autre ; mais cette surface est maintenue dans cette position par l'élasticité de tout le gaz dont elle fait partie. Les gaz ne peuvent donc se mêler jusqu'à ce que cet obstacle soit détruit. Or, cet effet

paraît bien devoir faire admettre, en termes non équivoques, que les gaz sont réciproquement élastiques.

Je suis donc disposé à rejeter également, et l'opinion de Berthollet, que le mélange intime des gaz entre eux est dû à l'*affinité*, et l'hypothèse de Dalton, que des gaz différens ne sont pas réciproquement élastiques entre eux. Je conçois que deux gaz étant mêlés, les particules de l'un sont au-delà de la sphère d'affinité des particules de l'autre. Si l'élasticité est due à l'action de la chaleur, il semble en résulter, comme une conséquence, que des gaz différens doivent être réciproquement élastiques entre eux. Mais je pense que l'élasticité elle-même suffit pour donner l'explication de ce mélange mutuel qui a lieu par degrés, sans avoir recours à l'hypothèse de Dalton.

Les vapeurs se mêlent avec les gaz, comme les gaz entr'eux.

7. La vapeur d'eau, et même toutes les vapeurs, car nous ne connaissons rien de contraire à ce fait, se mêlent avec les gaz précisément de la même manière que les gaz se mêlent entre eux. Dalton, qui a fait la suite la plus complète d'expériences sur ce sujet, a cru pouvoir tirer, des nombreux résultats qu'il en a obtenus, la conclusion générale suivante : soit 1 l'espace occupé par un gaz quelconque d'une température donnée, et dépouillé d'humidité ; p la pression connue qu'il éprouve, exprimée en centimètres de mercure, f la force de vapeur d'un liquide, tel qu'il soit, à cette même température dans le vide : la vapeur étant alors admise dans l'air, il y a expansion, et l'espace occupé par l'air devient $= 1 + \frac{f}{p-f}$, ou, ce qui est la même chose, $= \frac{p}{p-f}$. Soit ainsi la température $= 82°,22$ centig., $p = 76$ centimètres, et soit l'eau le liquide ; alors $f = 38$ centimètres [1], et par conséquent $\frac{p}{p-f} = \frac{76}{76-38} = 2$. De sorte que dans ce cas, le volume de l'air est doublé [2].

Ainsi il paraît que lorsqu'une vapeur et un gaz sont mêlés ensemble, l'élasticité du mélange est la somme des élasticités qu'auraient les deux corps qui le constituent, en les suppo-

---

[1] On a donné, dans le premier volume de cet ouvrage, p. 114, la table de Dalton, sur la force de la vapeur à différentes températures.

[2] Manchester's Memoirs. V, 572.

sant occuper chacun les volumes du tout ; et que le volume du mélange est égal à la somme des volumes des deux constituans, en les supposant l'un et l'autre soumis séparément à la même pression qui agit sur le composé après le mélange. Or c'est précisément ce qui arrive dans le mélange de deux gaz.

Il a été émis trois opinions concernant la nature du mélange des gaz et de la vapeur. Suivant les deux premières, les constituans sont combinés chimiquement; et selon la troisième, ils sont mécaniquement mêlés. Opinions sur la nature du mélange.

Dans la première hypothèse, le gaz se combine avec le liquide, et le dissout, non pas à l'état de vapeur, mais à celui de liquide. Cette opinion ne se trouve pas d'accord avec les phénomènes; elle ne peut se concilier avec les résultats des expériences de Dalton que nous venons de citer, et par conséquent, elle n'est pas admissible.

Conformément à la seconde opinion, le gaz dissout la vapeur, précisément de la même manière qu'un gaz en dissout un autre; ou la vapeur existe à l'état gazeux, formant avec le gaz la même combinaison imparfaite qui résulte du mélange de gaz entre eux. Cette opinion est celle qui est le plus généralement reçue depuis que les expériences hygrométriques de Saussure et de Déluc ont été connues.

La troisième opinion est celle de Dalton. D'après elle, les particules des gaz et des vapeurs ne sont pas réciproquement élastiques entre elles. Lorsque ces particules sont mêlées ensemble, l'élasticité de la vapeur allège le gaz d'une portion de la pression qu'il supportait. Le gaz se dilate alors en raison de l'excès de son élasticité jusqu'à ce que cette élasticité, réunie à celle de la vapeur, balance exactement la pression. Les deux fluides sont mêlés, mais ils n'agissent point l'un sur l'autre. Chacun d'eux supporte une portion de la pression. Si l'un ou l'autre est détruit, et que celui qui reste ne soit soumis qu'à la portion de pression qui lui est propre, le volume ne sera pas altéré. Il est aisé de voir que c'est précisément l'hypothèse concernant le mélange des gaz, que nous avons précédemment exposée ; et il paraît en effet que ce sont les phénomènes du mélange des vapeurs avec les gaz qui portèrent d'abord Dalton à l'établir.

Cette hypothèse explique parfaitement bien les phénomènes. Elle nous fait voir pourquoi, toutes choses égales d'ailleurs, la quantité de vapeur est toujours proportion-

nelle au volume du gaz, comment il se fait que tous les gaz en contiennent la même proportion, et pourquoi le volume du mélange est égal au volume qu'avaient auparavant les deux corps qui le forment. Mais cette hypothèse présente les mêmes difficultés que celles dont nous avons déjà parlé lorsque nous avons considéré le mélange des gaz.

Je conçois que les phénomènes peuvent s'expliquer sans avoir recours à la supposition que les gaz et vapeurs ne sont pas mutuellement élastiques entre eux. Je considère les vapeurs comme existant dans les gaz à l'état élastique. Leur petite proportion, comparée à celle des gaz, place nécessairement leurs molécules à une distance telle, que de petits changemens, dans la densité des gaz, ne peuvent rapprocher les molécules de vapeur d'assez près pour les convertir en liquides.

Pourquoi l'air passe à travers les vaisseaux d'argile chauffés, contenant de la vapeur d'eau.

8. Dalton a fait l'application de son hypothèse à l'explication d'une très-intéressante suite d'expériences faites par le docteur Priestley. Celui-ci trouva que lorsqu'on chauffe des cornues de terre humides, la vapeur d'eau s'échappe à travers leurs pores; tandis qu'en même-temps l'air extérieur se faisant passage à travers les mêmes pores, pénètre dans le vaisseau, et peut être recueilli en grandes quantités[1]. Etendant ensuite ses expériences à diverses espèces de gaz, il reconnut qu'en chauffant une cornue de terre environnée d'un gaz d'une autre espèce que celui dont elle est remplie, une portion de ce dernier gaz en sort à travers les pores, tandis qu'une quantité égale de celui qui lui est extérieur y entre par la même voie[2]. La même chose a lieu dans des vessies sans l'application de la chaleur. Si après avoir rempli une vessie de gaz hydrogène on la suspend dans l'air, ce gaz acquiert promptement la propriété de détoner à raison de ce que l'air extérieur vient s'y mêler. Dalton a fait voir que son hypothèse fournit les moyens de rendre aisément compte des phénomènes que présentent ces expériences intéressantes. Suivant lui, la chaleur augmentant la dimension des pores, il s'établit une communication entre l'air dans lequel le vaisseau est plongé et la vapeur ou le gaz qu'il contient. Le mélange s'en opère à travers ces pores, comme cela aurait eu

---

[1] Priestley, on Air. II, 407.
[2] American Phil. Trans. V, 14.

lieu s'ils avaient été présentés au contact dans deux vaisseaux communiquant entre eux[1]. Mais il n'est pas nécessaire de considérer l'hypothèse de Dalton comme fondée pour rendre raison de ces effets; car ils seraient également produits, les deux gaz étant même réciproquement élastiques, pourvu qu'il existât des pores dans le vaisseau.

La distillation dans des vaisseaux fermés pleins d'air ne peut s'effectuer.

9. On peut conclure d'expériences faites sur la distillation par Fontana, et qu'il a publiées en 1779, que l'air n'est point passif dans les cas d'évaporation, ainsi que cela devrait être dans l'hypothèse de Dalton. Il réunit, par le moyen d'un tube de verre scellé hermétiquement, deux matras dont l'un contenait de l'eau et dont l'autre était vide. Il fit bouillir l'eau pendant long-temps tout en maintenant froid le matras qui était vide, mais il n'y passa point d'eau par distillation. De l'éther, exposé de la même manière, à une chaleur supérieure à celle de 60° centigr. dans un matras, l'autre étant entouré de glace, refusa également de distiller[2].

Il résulte évidemment de ces expériences, si elles sont exactes, que l'air n'y est pas sans action. Car on sait qu'en vidant d'air le matras, la distillation a lieu très-facilement, et rien ne prouve mieux l'élasticité mutuelle des gaz et des vapeurs; il paraît en effet que c'est l'élasticité de l'air renfermé dans le matras, qui étant considérablement augmentée par la chaleur, non-seulement retarde, mais même empêche la distillation.

SECTION III.

De la Combinaison des Gaz.

Il y a des fluides élastiques qui ont la propriété de s'unir ensemble et de former ainsi un nouveau composé, gazeux ou non, dont les propriétés sont très-différentes de celles de ces mêmes fluides lorsqu'ils ne sont que simplement mêlés. On peut diviser ces corps gazeux en deux classes; quelques-uns se combinent dans toutes les circonstances par le simple mélange; d'autres ne s'unissent que dans des états particuliers.

---

[1] Phil. Mag. XXIV, 14.
[2] Berthollet, Statiq. chim. I, 498.

Gaz qui se combinent par le mélange.

I. Nous allons donner ici l'énumération des gaz qui s'unissent par le simple mélange, et l'indication des produits qui en résultent.

Gaz.		Produits.
Oxigène avec deutoxide d'azote. . . .		Acide nitreux. Acide nitrique.
Ammoniac avec	vapeur d'eau. . . .	Ammoniaque liquide.
	acide hydrochlorique.	Hydrochlorate d'ammoniaque.
	acide fluoborique .	Fluoborate d'ammoniaque.
	acide fluosilicique .	Fluosilicate d'ammoniaque.
	acide carbonique. .	Carbonate d'ammoniaque.
	acide sulfureux. . .	Sulfite d'ammoniaque.
	acide hydro-sulfurique. . . .	Hydro-sulfate d'ammoniaque.

Gay-Lussac a, le premier, observé et fait connaître par des observations et des expériences qui paraissent satisfaisantes, que les combinaisons de corps gazeux se font toujours, soit à volumes égaux, soit dans les rapports, de 1 volume de l'un des gaz à 2,3 volumes de l'autre*. La table qui suit présente les volumes des gaz précédens, pouvant se combiner ensemble, et les noms des produits qu'ils forment.

Volumes.				Produits.
Oxigène. . .	100	+	133 deutoxide d'azote. . .	Acide nitrique.
Oxigène . . .	100	+	200 deutoxide d'azote. . .	Acide nitreux.
Ammoniac. .	100	+	100 acide hydrochlorique.	Hydrochlorate d'ammoniaque.
Ammoniac. .	100	+	100 acide fluoborique .	Fluoborate d'ammoniaque.
Ammoniac. .	100	+	50 acide fluoborique . .	Sous-fluoborate d'ammoniaque.
Ammoniac. .	300	+	100 acide fluoborique. . .	
Ammoniac. .	100	+	50 acide fluosilicique. . .	Fluosilicate d'ammoniaque.
Ammoniac. .	100	+	100 acide carbonique. . .	Carbonate d'ammoniaque.
Ammoniac. .	100	+	50 acide carbonique. . .	Sous-carbonate d'ammoniaque.
Ammoniac. .	100	+	100 acide sulfureux. . . .	Sulfite d'ammoniaque.
Ammoniac. .	100	+	100 acide hydro-sulfurique.	Hydro-sulfate d'ammoniaque.

2. Gaz qui se combinent dans des circonstances particulières.

II. Les gaz qui peuvent être mêlés sans aucun indice

* Mém. d'Arcueil. II, 207.

remarquable de combinaison, quoique pouvant s'unir dans certaines circonstances, ne sont pas en grand nombre.

Nous en présentons ici l'énumération en y ajoutant les produits qu'ils forment par leur union.

Gaz.		Produits.
Oxigène avec	hydrogène	Eau.
	oxide de carbone.	Acide carbonique.
	azote.	Acide nitrique.
	chlore	Acide chlorique.
	Acide sulfureux .	Acide sulfurique.
	oxide nitreux. . .	Acide nitrique.
Hydrogène avec	chlore	Acide hydrochlorique.
	iode.	Acide hydriodique.
	cyanogène. . . .	Acide hydrocyanique.
Chlore avec	oxide de carboue.	Acide chloroxi-carbonique.

1. Ces gaz peuvent, ainsi que les précédens, se combiner soit à volumes égaux, soit dans des volumes multiples de chacun, comme Gay-Lussac l'observa pour la première fois, et comme le présente la table qui suit.

	Volumes.			Produits.
Oxigène. .	100	+	200 hydrogène	Eau.
Oxigène. .	50	+	100 oxide de carbone. . . .	Acide carbonique.
Oxigène. .	250	+	100 azote.	Acide nitrique.
Oxigène. .	250	+	100 chlore.	Acide chlorique.
Oxigène. .	50	+	100 acide sulfureux.. . . .	Acide sulfurique.
Oxigène. .	200	+	100 protoxide d'azote. . . .	Acide nitrique.
Chlore. . .	100	+	100 hydrogène	Acide hydrochlorique.
Iode. . . .	100	+	100 hydrogène..	Acide hydriodique.
Cyanogène	100	+	100 hydrogène..	Acide hydrocyanique.

2. La plupart de ces produits sont des fluides élastiques permanens appartenant à la classe de ceux qui jouissent moins complètement des propriétés gazeuses, ou qui se rapprochent de l'état de vapeurs. Tous les autres sont liquides; ainsi il paraît que ces corps gazeux, en se combinant, perdent une partie de leur élasticité.

Les produits sont principalement des fluides élastiques et des liquides.

3. L'oxigène se combine avec l'hydrogène et avec l'oxide de carbone par combustion, tandis qu'il s'unit à l'azote par le moyen de l'électricité, ou à la température à laquelle l'hydrogène brûle. Ainsi quoique ces corps ne s'unissent pas spontanément, ils peuvent se combiner, tandis que les deux composans qui entrent dans cette union sont l'un et l'autre à l'état gazeux. Il est extrêmement probable que dans ces cas

Combinaison produite par la chaleur et l'électricité.

la chaleur et l'électricité agissent précisément de la même manière.

Or s'il est vrai, comme c'est l'opinion commune, que les gaz sont des composés de bases avec le calorique, et que dans l'acte de leur combinaison ils perdent une grande quantité de ce principe, il peut paraître, au premier aperçu, difficile de concevoir comment la chaleur peut opérer l'union de ces corps. On peut en effet considérer comme fait contradictoire qu'un corps qui augmente la force de répulsion dans les gaz, puisse, lorsqu'il y est accumulé, être l'agent de leur combinaison ou la cause de la destruction de cette répulsion. Monge a présenté, il y a long-temps, une solution très-ingénieuse de cette difficulté, qui a été généralement admise comme la véritable. La répulsion est une force qui occasionne mouvement. Si par un moyen quelconque la force répulsive d'un atôme d'un gaz est accrue, cet atôme agira avec une énergie d'autant plus grande sur tous les atômes environnans, et les mettra en mouvement. Ceux-ci agiront de même à leur tour sur les atômes qui les avoisinent, et de cette manière le mouvement se propagera à travers tout le fluide. Si nous supposons, par exemple, que dans un mélange des gaz oxigène et hydrogène un atôme d'oxigène soit soudainement échauffé, cet atôme agira avec une augmentation d'énergie sur celui qui est près de lui, et le poussera, de proche en proche, sur les autres atômes jusqu'au plus éloigné. La rapidité de mouvement de l'atôme repoussé augmentera avec la température de l'atôme repoussant. Or, on peut concevoir que la température de cet atôme repoussant soit élevée à un assez haut degré pour chasser les atômes environnans avec une vélocité telle qu'ils s'approchent indéfiniment près des autres atômes avant qu'ils aient le temps de se reculer. Mais quand un atôme d'oxigène se trouve être indéfiniment rapproché d'un atôme d'hydrogène, les deux atômes se combinent, et forment l'eau. Cette combinaison est accompagnée de dégagement de calorique, qui repousse de la même manière les atômes environnans, et ainsi la combinaison se propage. D'après cette explication, ce n'est pas en les dilatant que le calorique opère l'union de deux gaz, mais bien en comprimant leurs atômes, en les forçant de s'approcher indéfiniment les uns des autres; et il faut convenir que l'électricité agit de la même manière.

Comment elle s'effectue.

Ainsi donc ce ne serait qu'indirectement que le calorique occasionne la combinaison des corps gazeux. En forçant une portion du gaz à se dilater, il donne lieu à une compression soudaine sur la portion environnante, cette compression amène les atômes au point de se combiner; et si la combinaison est accompagnée de dégagement de calorique en quantité suffisante, la même chose se renouvelle constamment jusqu'à ce que le mélange gazeux se soit combiné en totalité. Il s'ensuit que, des gaz qu'on allume, il n'y a que ceux qui, comme l'oxigène et l'hydrogène, l'oxigène et l'oxide de carbone, dégagent une très-grande quantité de calorique dans l'acte de leur union, qui se combinent. D'autres, comme les gaz oxigène et azote, dont la combinaison ne produit pas beaucoup de chaleur, exigent le renouvellement constant de l'agent extérieur; et, au surplus, il est très-difficile de produire l'union du mélange total de ces gaz; il en échappe ordinairement une grande partie à l'effet de l'action. C'est par cette raison que la combinaison des gaz oxigène et azote n'a lieu qu'en exposant ces gaz à des commotions électriques répétées, ou à l'aide du calorique constamment fourni par combustion d'hydrogène. Les expériences de Biot ont prouvé que par la compression on opère la combinaison des gaz oxigène et hydrogène.

Humphry Davy a fait dernièrement sur ce sujet une suite d'expériences intéressantes, d'où il résulte que la combustion et explosion de mélanges gazeux dépend entièrement de la température; que chaque gaz a une température particulière à laquelle il fait explosion *. Il conclut de ce fait, que l'explication hypothétique de Monge est inexacte. Je n'y trouve cependant pas d'incompatibilité. Si, en effet, nous considérons que des mélanges gazeux ne font explosion que lorsqu'ils ont lieu dans des proportions déterminées, cela ne peut que nous porter à adopter l'opinion que la combinaison est l'effet de la pression produite par le grand dégagement de calorique.

4. Il est probable que les gaz acide sulfureux et oxigène, lorsqu'ils sont mêlés ensemble, se combinent et forment l'acide sulfurique; mais, comme l'expérience n'a pas été faite

Gaz acide sulfureux et oxigène.

* Annals of Philosophy. IX, 151.

d'une manière décisive, et que par le mélange des deux gaz il ne se manifeste aucune apparence remarquable, je n'ai pas cru devoir hasarder de ranger ces deux gaz au nombre de ceux qui se combinent spontanément. Le docteur Priestley laissa pendant deux jours un mélange de gaz acide sulfureux et d'air atmosphérique dans une cloche sur du mercure. En absorbant alors le gaz pour examiner l'air, il trouva que cet air avait perdu une portion de son oxigène *. On sait que les deux gaz entrent en combinaison lorsqu'ils sont chauffés au rouge, mais on ne s'est pas assuré si dans ce cas une portion du soufre n'est pas d'abord séparée et n'entre pas alors en combustion.

Ces gaz ne s'unissent que dans une seule proportion.

5. Tous les corps gazeux dont nous avons donné la liste dans la table précédente, ne peuvent s'unir, par quelque moyen que ce soit de ceux que nous connaissons, que dans une seule proportion. En appliquant aux composés qui en résultent l'hypothèse de Dalton, on trouvera que les gaz s'unissent, soit atôme à atôme, soit par deux atômes de l'un avec un atôme de l'autre. Toutes les fois que les gaz oxigène et hydrogène se combinent, le produit est de l'eau; les gaz oxigène et oxide de carbone forment l'acide carbonique, et l'acide nitreux résulte toujours de l'union des gaz oxigène et azote. Ce produit est le plus remarquable; car dans le dernier cas, les bases peuvent s'unir en proportions diverses. Comment sont elles fixées dans ce composé particulier, l'acide nitreux, lorsque l'un et l'autre de ces corps sont à l'état gazeux ?

Condensation résultant de la combinaison.

6. Plusieurs de ces gaz éprouvent, lorsqu'ils se combinent, une condensation sensible. On en peut reconnaître plus exactement le degré dans les gaz que comprend la dernière liste que dans ceux de la première, parce qu'il en est peu d'entre eux qui changent de forme. On trouvera ces différens degrés de condensation établis dans la table ci-jointe. La première colonne indique les parties constituantes qui entrent dans la combinaison; la seconde, les volumes de ces parties qui se combinent. la troisième, les produits; la quatrième, le volume du composé formé; la cinquième et dernière colonne, dont les nombres sont des complémens de ceux de la colonne qui précède, donne la condensation.

* Priestley, on Air. II, 316.

Parties constituantes.	Volumes de ces parties.	Produits.	Volume des produits.	Volumes condensés
Oxigène. . . . . . . Hydrogène	1 2	Eau.	2	1
Oxigène. . . . . . . Oxide de carbone.	1 2	Acide carboniq.	2	1
Oxigène. . . . . . . Azote.	2,5 1	Acide nitrique.	1?	2,5?
Oxigène. . . . . . . Chlore. . . :	2,5 1	Acide chloriq. .	inconnu,	inconnu.
Oxigène. . . . . . . Acide sulfureux. .	1 2	Acide sulfuriq	1,2	1,8
Oxigène. . . . . . . Protoxide d'azote. .	2 1	Acide nitrique.	1 ?	2 ?
Hydrogène. . . . Chlore.	1 1	Acide hydro-chlrorique. . .	2	0
Hydrogène. . . . . Iode.	1 1	Acide hydriodique. . . .	2	0
Hydrogène. . . . Cyanogène. . : .	1 1	Acide hydrociauique.	2	0
Chlore. . . . . Oxide de carbone.		Acide chloroxicarbonique. . .		

III. Outre les deux séries de gaz que nous avons exposées précédemment dans cette section, il en est deux autres qui méritent attention; car si les gaz dont elles sont formées ne se combinent pas ensemble, ils ont cependant une action marquée l'un sur l'autre. La première de ces deux séries comprend les gaz qui se décomposent réciproquement de quelque manière qu'ils soient mêlés, en produisant des composés nouveaux de nature différente; dans la seconde suite, les gaz n'agissent point entre eux spontanément; mais ils peuvent se décomposer les uns les autres dans des circonstances particulières. 3. Gaz qui se décomposent mutuellement par leur mélange.

1. La table qui suit présente l'indication des principaux

gaz qui se décomposent mutuellement lorsqu'ils sont mêlés.

Oxigène avec.............	hydrogène phosphoré.
Chlore avec...............	ammoniac. hydrogène phosphoré. hydrogène carboné. hydrogène percarboné. acide hydro-sulfurique. deutoxide d'azote.
Acide hydro-sulfurique avec	deutoxide d'azote. acide sulfureux.

La décomposition est accompagnée quelquefois de combustion.

2. Les décompositions dans les trois premiers cas indiqués dans la table ci-dessus, sont accompagnées de combustion; car le gaz hydrogène phosphoré prend feu, dès qu'il entre en mélange avec les gaz oxigène ou le chlore; et en se mêlant avec ce même dernier gaz, le gaz ammoniac s'allume aussi. Les autres décompositions ont lieu sans aucune combustion sensible; et cependant il est à remarquer que dans chaque cas, quelques-unes des substances nouvellement formées semblent être des produits de combustion.

Hydrogène phosphoré et oxigène.

3. L'hydrogène phosphoré est un composé d'un gaz et d'un solide, ou corps non élastique. On peut le considérer comme du phosphore dissous dans l'hydrogène, et dépouillé par conséquent de sa force de cohésion. Cet état ajoute à la facilité de l'action de l'oxigène sur lui, et il devient capable de se combiner peu-à-peu avec ce principe à la température de l'atmosphère, précisément de la même manière que cela a lieu, lorsque le phosphore est dissous dans le gaz azote. Mais lorsque la proportion du phosphore dans les deux gaz venant en contact est considérable, la température produite est suffisante pour enflammer l'hydrogène ou pour en opérer la combinaison avec l'oxigène. Ceci rend raison de l'éclat de la combustion de l'hydrogène phosphoré, et de même aussi du dépôt de phosphore qui se remarque quelquefois lorsque le gaz oxigène n'est pas en quantité suffisante. L'hydrogène a plus d'affinité pour l'oxigène que le phosphore; mais son élasticité s'oppose à la combinaison. L'action du phosphore n'étant restreinte ni par élasticité ni par cohésion, elle commence à opérer la combinaison, et fournit la température nécessaire. L'hydrogène brûle alors rapidement, ou se combine avec l'oxigène de préférence au phosphore qui, en conséquence,

ne doit rester qu'en partie combiné avec l'oxigène, à moins qu'il n'y ait un supplément convenable de ce principe. Les produits de la combustion, lorsqu'elle est complète, sont de l'eau et de l'acide phosphorique, et lorsqu'elle ne l'est pas, il se forme de l'eau, des acides phosphoreux et hypophosphoreux.

4. La combustion spontanée du gaz ammoniac dans le chlore, est due à la combinaison de l'hydrogène de l'ammoniaque avec le chlore, et à l'union qui s'ensuit de l'acide hydrochlorique produit avec l'ammoniaque non décomposée. Il y a exactement les 0,25 de l'ammoniaque décomposés; et pour obtenir un effet complet, il faut que les gaz soient mêlés dans les proportions de 8 volum. de gaz ammoniac, et de 3 volumes de vapeur de chlore: car les 8 volum. de gaz ammoniac représentent 6 + 2 volumes, et 2 volum. d'ammoniaque contiennent 3 volumes d'hydrogène + 1 volume azote. Les trois volumes d'hydrogène s'unissent avec les 3 volumes de chlore, qui forment 6 volumes d'acide hydrochlorique; et cet acide, en s'unissant avec les 6 volumes d'ammoniaque non décomposée, produisent de l'hydrochlorate d'ammoniaque solide, et il reste 1 volume de gaz azote. Ainsi un mélange de 131 centimètres cubes de gaz ammoniac, et de 49 centimètr. cubes de vapeur de chlore (ce qui est dans le rapport de 8 à 3), produira 22 centigrammes d'hydrochlorate d'ammoniaque, et il restera 16,39 centimètres cubes d'azote sous forme gazeuse. Le produit gazeux d'une semblable décomposition s'élève à $\frac{1}{11}$ du volume primitif du mélange des gaz.

5. Comme le phosphore, même à l'état solide, se fond rapidement et brûle avec une flamme blanche pâle dans la vapeur de chlore, on ne doit pas être surpris que le gaz hydrogène phosphoré, dans lequel le phosphore se trouve beaucoup plus favorablement disposé pour la combustion, présente le même phénomène. La flamme est plus vive que lorsque le gaz brûle dans l'air atmosphérique. Il faut trois volumes de chlore pour opérer la décomposition d'un volume d'hydrogène phosphoré. Deux des volumes se combinent avec le phosphore, et le convertissent en bichlorure de phosphore. L'autre volume, en s'unissant avec l'hydrogène, devient acide hydrochlorique.

6. Lorsqu'on mêle des gaz hydrogène carboné et hydrogène percarboné avec le chlore, chacun de ces gaz ayant été préalablement desséché autant que possible, il se produit

d'abord peu d'effet; mais le chlore s'unit par degrés à l'hydrogène du gaz combustible; il se transforme en acide hydrochlorique, et le carbone est précipité. Cet effet est facilité par la chaleur ou par l'électricité.

7. Le chlore s'unit avec l'une et l'autre des parties constituantes de l'acide hydro-sulfurique, et les produits sont du chlorure de soufre et de l'acide hydrochlorique. Il faut deux volumes de chlore pour chaque volume d'acide hydro-sulfurique.

8. Le chlore n'a point d'action sur le deutoxide d'azote, ainsi que cela a été constaté par les expériences de Humphry Davy, et par les miennes. Mais s'il y a admission d'eau, ou que l'expérience se fasse dans des vaisseaux humectés d'eau, il se forme de l'acide nitrique ou nitreux, et de l'acide hydrochlorique : ce fait avait été observé par Humboldt [1], mais il n'avait pas reconnu la nécessité de la présence d'eau.

Deutoxide d'azote et acide hydro-sulfurique.

9. C'est Kirwan qui observa le premier la décomposition spontanée produite par le mélange des gaz deutoxide d'azote et acide hydro-sulfurique. Il faut employer ces gaz secs, autrement leur action mutuelle est de beaucoup retardée. Austin reconnut aussi [2] l'action réciproque de ces deux gaz; elle fut depuis plus particulièrement examinée par Davy [3], qui confirma par ses recherches sur ce mélange le fait précédemment avancé que par cette action il ne se produit ni acide sulfureux, ni acide sulfurique; il fit voir que les nouveaux composés formés sont du protoxide d'azote, de l'ammoniaque et de l'eau; et que le deutoxide d'azote éprouve une diminution de volume qui varie des 0,55 aux 0,70. Il se dépose du soufre pendant que la décomposition s'opère. Cette décomposition spontanée ne s'accorde pas très-bien avec la théorie atomique. En supposant un mélange de quatre volumes de deutoxide d'azote, et de cinq volumes d'acide hydro-sulfurique, les parties constituantes de ces volumes seront :

Gaz oxigène..........	2 volumes.
Gaz azote............	2
Gaz hydrogène.......	5
Soufre..............	5

[1] Ann. de Chim. XXVIII, 142.
[2] Phil. Trans. 1788, p. 384.
[3] Davy's Researches, p. 203.

Or ces volumes doivent être convertis en une molécule intégrante d'ammoniaque, une molécule intégrante d'eau, et une molécule intégrante de protoxide d'azote.

	Oxigène. volumes.	Azote. volumes.	Hydrogène. volumes.
L'ammoniaque est composée de...	0	+ 1 ...	+ 3
L'eau de	1	+ 0 ...	+ 2
Protoxide d'azote.............	1	+ 2 ...	+ 0
	2	3	5

Il est évident qu'il manque un volume d'azote.

Si nous y suppléons en augmentant la quantité de deutoxide d'azote à six volumes, il se trouvera dans ce cas 1 volume de gaz oxigène de superflu. Dans cette dernière supposition, qui est la plus probable, le gaz résidu sera un mélange de 1 volume protoxide d'azote, et de 1 volume de gaz oxigène.

Tels sont les phénomènes de l'action entre eux, de ceux des gaz dont la décomposition mutuelle a spontanément lieu.

Ces phénomènes consistent, en presque totalité, dans l'action d'un soutien de combustion sur un composé combustible. Les composés nouveaux sont ordinairement des produits de combustion; c'est par conséquent un procédé semblable à celui de combustion, et nous pouvons présumer qu'il y a dégagement de calorique. L'action est facilitée par la diminution d'élasticité et par l'état de combinaison moins intime de l'un des ingrédiens. Les produits dans quelques-uns de ses mélanges sont constans; mais dans d'autres ils varient avec la proportion des parties constituantes des gaz décomposans.

IV. Les gaz qui, par leur mélange, ne sont point susceptibles de décomposition spontanée, mais qui peuvent être rendus capables de se décomposer les uns les autres dans des circonstances particulières, comme par l'approche d'un corps en ignition, par des commotions électriques, etc., sont en plus grand nombre que les précédens.

1. On a présenté, dans la table qui suit, l'indication des plus remarquables de ces mélanges.

Gaz qui ne se décomposent que dans des circonstances particulières.

Oxigène avec.......	acide hydro-sulfurique. hydrogène carboné. hydrogène percarboné. vapeur d'éther. vapeur d'alcool.
Oxide nitreux, protoxide d'azote, avec.	hydrogène. hydrogène phosphoré. acide hydro-sulfurique. oxide de carbone. hydrogène carboné. hydrogène percarboné. vapeur d'éther. vapeur d'alcool. acide sulfureux.
Acide nitrique avec...	hydrogène, et probablement avec tous les gaz combustibles précédens et vapeurs. acide sulfureux.
Deutoxide d'azote avec	hydrogène. acide sulfureux.
Hydrogène avec.....	acide sulfureux. acide carbonique.
Vapeur d'eau avec....	hydrogène carboné. hydrogène percarboné.

Ces décompositions sont de deux sortes : quelques-unes sont accompagnées de combustion ou produites par combustion, et sont par conséquent instantanées ; d'autres, qui ont lieu sans combustion, ne s'effectuent, par cette raison, que très-lentement. Dans les décompositions de la première espèce, le mélange doit être celui d'un soutien gazeux de combustion avec un gaz combustible. On suppose que dans celles de la seconde, il n'entre pas dans le mélange de gaz soutien de combustion, ou que celui qui s'y trouve ne peut pas être décomposé par la base combustible, ou enfin qu'il n'y existe point de base combustible. La liste des gaz composés capables de se décomposer entre eux sans combustion, est probablement très-incomplète.

Gaz acide hydro-sulfurique et oxigène.

2. Le gaz acide hydro-sulfurique peut être tenu en état de mélange avec l'air atmosphérique ou avec le gaz oxigène, sans éprouver aucune espèce de changement ; mais si l'on approche ce mélange d'un corps en ignition, la combustion a immédiatement lieu, et les produits varient suivant la pro-

portion des gaz mêlés. Si celle du gaz oxigène est peu considérable, ou, ce qui est la même chose, s'il y est admis lentement, comme lorsqu'on met le feu à un flacon rempli de gaz acide hydro-sulfurique tenu à l'air libre, dans ce cas, il se dépose une grande partie du soufre qui n'a pas été altéré, et il y a de l'acide sulfureux formé. On voit qu'alors c'est le gaz hydrogène qui brûle. La combustion est analogue à celle de l'hydrogène pur. La chaleur produite, suffit pour enflammer une portion du soufre; mais il s'en sépare en plus grande partie sans avoir été affecté. Si le soufre était combustible à une aussi basse température que le phosphore, l'acide hydro-sulfurique brûlerait spontanément tout aussi bien que l'hydrogène phosphoré. C'est cette circonstance qui les distingue. Les phénomènes de la combustion sont absolument les mêmes; c'est l'hydrogène qui s'unit à l'oxigène, et non le corps solide qu'il tient en dissolution; mais le calorique dégagé étant suffisant pour opérer et entretenir la combustion de ce solide, il se combine aussi avec l'oxigène si la proportion de ce principe est assez considérable.

3. Les phénomènes de la combustion du gaz hydrogène carboné et du gaz hydrogène percarboné avec l'oxigène, ont été examinés par Cruikshanks, Berthollet, Henry, et par moi-même. Lorsque le volume d'oxigène est suffisant pour saturer l'un et l'autre des constituans de ces gaz, il ne se forme que de l'eau et de l'acide carbonique. L'hydrogène carboné exige deux fois son volume de gaz oxigène pour opérer sa décomposition complète, et il faut trois volumes de ce gaz pour produire le même effet sur le gaz hydrogène percarboné. Lorsque ce dernier gaz étant mêlé avec une quantité de gaz oxigène plus petite que celle qui est nécessaire pour le consumer en totalité, on fait passer l'étincelle électrique à travers le mélange, il se produit une détonation, il se précipite du charbon, et le résidu gazeux est plus volumineux que ne l'était le gaz avant l'explosion. C'est ainsi que dans mes expériences, 4 volumes de gaz hydrogène percarboné et 3 volumes de gaz oxigène laissèrent un résidu s'élevant à 11 volumes. Il y a lieu de croire que ce résidu était un mélange de gaz, oxide de carbone et hydrogène; ainsi une portion de l'hydrogène est mise en liberté à raison du carbone qui se dépose, tandis qu'une portion du carbone est convertie en acide carbonique

et une autre portion en oxide de carbone *. Humphry Davy a fait voir que l'hydrogène carboné est le moins combustible de tous les gaz qui ont la propriété de l'être.

Ether et oxigène. 4. Le docteur Ingenhouz découvrit le premier, dans la vapeur d'éther, la propriété qu'elle a de détoner avec l'air atmosphérique et le gaz oxigène. Cruikshanks reconnut que la détonation de ces fluides élastiques n'a lieu que lorsqu'ils sont mêlés ensemble dans de certaines proportions, et qu'alors la décomposition est complète. La même remarque s'applique aux vapeurs d'alcool. Ces deux vapeurs se rapportent donc exactement au gaz hydrogène carboné et hydrogène percarboné, dans la nature des décompositions qu'elles éprouvent lorsqu'on les allume avec le gaz oxigène, de même qu'elles correspondent avec ces gaz dans les élémens dont elles sont composées.

Cruiskshanks trouva qu'en mêlant ensemble une mesure de vapeur d'éther avec 7 (ou plus précisément avec 6,8) mesures de gaz oxigène, le mélange détone par l'électricité avec une violence prodigieuse; que la décomposition est complète, et que le gaz résidu s'élevant à 5 (ou plutôt à 4,6) mesures, est du gaz acide carbonique. Dalton parvint, par une méthode très-ingénieuse et très-simple, à produire à volonté cette détonation et cette décomposition. Il met dans un tube détonant une quantité quelconque de gaz oxigène, et il introduit ensuite dans ce tube (placé sur l'eau) un peu d'éther. Le volume du gaz augmente aussitôt, par la conversion en vapeur d'une portion de l'éther; de manière que quelquefois il est doublé. En agitant un peu le tube, une portion de cette vapeur se dissout dans l'eau, et alors le volume du gaz diminue. Par cette agitation ainsi répétée, on peut laisser diminuer à volonté la proportion d'éther. Il suffit de la continuer jusqu'à ce que le volume du gaz soit augmenté de 0,142 de ce qu'il était avant l'admission de l'éther; car alors on sait que la vapeur de l'éther est exactement des 0,125 du tout.

Il résulte des expériences de Saussure jeune, que les vapeurs d'éther et d'alcool peuvent être considérées, l'une et l'autre, comme des mélanges de gaz hydrogène percarboné et de vapeur d'eau dans les proportions que nous avons in-

---

* Memoirs of the Wernerian Society. I, 521.

diquées dans un chapitre précédent de cet ouvrage; d'où il suit que les observations sur la combustion du gaz hydrogène percarboné s'appliqueront également à ces vapeurs.

Oxide nitreux (protoxide d'azote)

5. Les phénomènes qui ont lieu lorsque les gaz combustibles sont enflammés par le protoxide d'azote, sont semblables à ceux qui se produisent par leur inflammation avec l'oxigène. Les produits varient suivant la proportion des gaz; mais ils sont toujours constans, lorsque la proportion de protoxide d'azote est assez grande pour opérer la décomposition complète. Comme ce soutien de combustion est lui-même un composé, il est toujours décomposé par son action sur l'autre gaz, ce qui ajoute beaucoup à la complexité du résultat. C'est à Davy que nous sommes redevables de la suite la plus exacte d'expériences sur ces décompositions.

On peut inférer des expériences de Davy et des observations de Gay-Lussac, que lorsqu'on enflamme par l'électricité des volumes égaux de protoxide d'azote et d'hydrogène, il y a de l'eau formée et un dégagement d'azote, s'élevant exactement au volume primitif du protoxide d'azote; d'où il suit que le phénomène est précisément le même que celui qui résulte de l'explosion par l'électricité des gaz oxigène et hydrogène. Tout l'azote est mis en liberté, et tout l'oxigène du protoxide d'azote se combine avec l'hydrogène.

6. Lorsqu'on brûle, par l'étincelle électricque, un mélange de 1 volume d'hydrogène phosphoré et de 3 volumes protoxide d'azote, le résidu, après l'explosion, est exactement 3 volumes de gaz azote; d'où il suit que la combustion est la même que si l'hydrogène phosphoré avait été mêlé avec 1 ½ volume de gaz oxigène. L'azote est tout-à-fait passif.

Il n'est pas nécessaire d'entrer dans de plus grands détails relativement à l'action du protoxide d'azote sur les gaz combustibles. Cette action est exactement analogue à celle du gaz oxigène sur les mêmes fluides élastiques. Il suffit d'employer le protoxide d'azote en volume double pour obtenir des produits absolument les mêmes qu'avec l'oxigène, il y aura toujours un résidu d'azote égal en volume au protoxide employé.

7. On ne peut guères douter que le deutoxide d'azote n'agisse toujours sur les combustibles exactement de la même manière que le protoxide d'azote. Davy ne put, à-la-vérité, parvenir à enflammer des mélanges de deutoxide d'azote et

d'hydrogène, ou d'hydrogène phosphoré [1]; mais il est vraisemblable que cela provint de ce qu'il n'avait pas trouvé les proportions convenables; car dans mes expériences je n'éprouvai aucune difficulté à enflammer de semblables mélanges. Et en effet, le deutoxide d'azote et l'hydrogène phosphoré font spontanément explosion, si l'on fait arriver, dans leur mélange, une bulle de gaz oxigène.

Deutoxide d'azote et hydrogène naissant.

Il y a décomposition du deutoxide d'azote par l'hydrogène naissant, et il est extrêmement difficile de rendre raison de ce phénomène. Il fut observé pour la première fois par Priestley et par Austin; et depuis, Davy l'examina avec plus d'attention [2]. Il a lieu lorsqu'on met du fer humecté d'eau en contact avec du deutoxide d'azote. Le fer est oxidé aux dépens de l'eau, il y a dégagement d'hydrogène, le deutoxide d'azote est converti en protoxide d'azote, et il se forme de l'ammoniaque. 100 mesures de deutoxide d'azote peuvent être réduites, de cette manière, à environ 41,66 mesures de protoxide d'azote, ce qui indique une perte de 58,33 pour cent. L'explication la plus simple est de supposer qu'il y a développement de 2 volumes d'hydrogène pour chaque 4 volumes de deutoxide d'azote. Ces deux volumes d'hydrogène, lorsqu'il est naissant, se combineraient avec 1 volume d'oxigène et 2 volumes d'azote qui, en se condensant dans la moitié du volume du deutoxide d'azote, formeraient du protoxide d'azote. D'après cette supposition, la diminution du gaz devrait être de la moitié de son premier volume, et il n'y aurait point d'ammoniaque formée. Je suis disposé à croire que c'est ce qui a réellement lieu, et que la production d'ammoniaque est due à quelqu'action inconnue du fer lui-même.

8. Dans les autres exemples de décomposition présentés dans la table, il n'y a pas de combustion. Le changement est lentement produit par l'action continuée de l'électricité; et dans plusieurs cas, il n'est pas peu compliqué.

Hydrogène et acide carbonique.

Une des plus remarquables de ces décompositions est celle qui résulte d'un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique soumis aux commotions électriques, ou qu'on fait passer à

---

[1] Researches, p. 136.

[2] Priestley. II, 41 et 54; Austin, Phil. Trans. 1788, p. 383; Davy's Researches, p. 206.

travers un tube rouge de feu. Dans l'un et l'autre cas il y a formation d'eau, et dégagement de gaz oxide de carbone. Il paraît en effet probable, d'après les observations de Saussure, que cette décomposition s'opère spontanément, et elle ne peut être attribuée qu'à la force supérieure d'affinité de l'hydrogène pour l'oxigène. Mais il est singulier que l'élasticité de l'hydrogène ne s'oppose à sa combinaison avec l'oxigène, spécialement lorsque ce dernier principe se trouve être en état d'union intime avec un autre *. Il est extrêmement probable que beaucoup de décompositions semblables ont lieu dans l'atmosphère.

Vapeur d'eau et hydrogène carboné.

Lorsqu'on fait passer des étincelles électriques à travers du gaz hydrogène carboné, qui contient de la vapeur d'eau, le volume du gaz augmente et il se forme de l'acide carbonique. Henry a fait voir que, dans ce cas, l'eau est décomposée; son hydrogène est mis en liberté à l'état élastique, tandis que son oxigène, en se combinant avec une portion du carbone du gaz, produit de l'acide carbonique. Cette décomposition semble d'abord incompatible avec la connaissance que nous avons de l'affinité plus grande de l'oxigène pour l'hydrogène que pour le carbone. Elle paraît présenter un effet directement inverse de celui produit dans le dernier exemple, ou par le même moyen l'hydrogène décompose l'acide carbonique. On ne peut, ce me semble, expliquer ce cas particulier de décomposition, sans avoir recours à la doctrine de Berthollet, sur le grand effet de la masse dans l'action chimique. Dans le premier cas, l'hydrogène est en proportion considérable, relativement au carbone; mais dans le second, la proportion du carbone excède de beaucoup celle d'hydrogène.

SECTION IV.

De la Combinaison des Gaz avec les Liquides.

Comme les liquides et les gaz ne sont pas dans le même état, et que les molécules de ces derniers corps se trouvent mises à celui d'une condensation plus grande par leur union

---

* Expérience de Saussure, Journ. de Phys. LIV; et Clément et Desormes, Ann. de Chim, XXXIX.

avec les liquides, en quelque proportion notable que ce soit, leur élasticité doit être un obstacle à cette espèce de combinaison; et c'est aussi par cette élasticité que doit se régler la proportion du fluide élastique que tout liquide est capable d'absorber. Au-dessous de cette proportion, il est évident qu'un liquide peut s'unir indéfiniment à toute quantité quelconque d'un gaz pour lequel il a de l'affinité. Le seul point à déterminer dans ces combinaisons, est donc celui où l'élasticité du gaz se trouve être exactement balancée par l'affinité. On considère alors le liquide comme étant *saturé* du fluide élastique, parce qu'il ne peut plus en absorber davantage.

Action de l'eau sur les gaz.

Quoique le nombre des corps liquides soit assez considérable, l'attention des chimistes ne s'est presque exclusivement portée, jusqu'à présent, que sur l'action d'un seul de ces corps, *l'eau*, sur les gaz. C'est donc à la considération de cette action qu'il faut nous restreindre dans cette section, en nous bornant à ne présenter que quelques observations sur les autres liquides.

C'est depuis la découverte des appareils pneumatiques, qu'on a reconnu à l'eau la propriété d'absorber une certaine portion d'air, qu'on peut en séparer ensuite en la faisant bouillir. C'est par Priestley, qui s'est particulièrement occupé de l'examen de l'effet que produit l'eau sur les différentes espèces d'air, que nous avons appris qu'en dépouillant préalablement d'air ce liquide, il devient susceptible de prendre une portion de tout fluide gazeux quelconque. Cavendish s'assura de la proportion de gaz acide carbonique que l'air peut absorber dans différentes circonstances; Priestley fit des expériences semblables sur un grand nombre d'autres gaz. Cet objet de recherches fut suivi par Delamétherie, Sennebier et d'autres chimistes étrangers : mais c'est aux expériences récentes de William Henry, de Dalton et de Saussure, que nous sommes redevables de presque tout ce que nous avons aujourd'hui de notions précises sur cet important sujet.

En considérant les gaz sous le rapport de leur absorption par l'eau, on peut les diviser en deux classes, selon qu'ils peuvent être absorbés par ce liquide en petite ou en grande proportion. Presque tous les gaz appartiennent à la première de ces deux classes. Le gaz ammoniac, le gaz acide hydrochlorique et un petit nombre d'autres gaz acides sont les seuls, jusqu'à-présent connus, qu'on puisse ranger dans la seconde.

Nous commencerons par considérer l'union de la première classe de gaz, et nous nous occuperons ensuite de ceux de la seconde classe.

I. La table qui suit offre la liste de tous les gaz dont l'eau n'absorbe qu'une petite proportion. Ils y sont établis dans l'ordre de leur absorption, et en commençant par ceux à l'égard desquels elle est la moindre.

Table des gaz que l'eau absorbe en petites quantités.

Gaz azote.	Gaz oxigène.
Gaz hydrogène.	Deutoxide d'azote.
Hydrogène arseniqué.	Gaz hydrogène percarboné.
Hydrogène carboné.	Protoxide d'azote.
Oxide de carbone.	Acide carbonique.
Hydrogène phosphoré.	Acide hydro-sulfurique.

Le gaz absorbé se sépare dans le vide.

1. Lorsque l'eau, imprégnée de l'un quelconque de ces gaz, est placée sous le récipient d'une machine pneumatique, dans lequel on fait le vide, le gaz se sépare de l'eau et reprend sa forme élastique; d'où il suit que la force en vertu de laquelle ces gaz sont retenus par l'eau, est inférieure à celle de leur élasticité. Ils ne continuent d'y rester qu'autant qu'ils sont soumis à une pression extérieure égale à celle qu'ils soutenaient lorsque l'eau en était imprégnée. Si cette pression est augmentée, l'eau devient capable de prendre une plus grande proportion de ces gaz, de même que la faculté qu'elle a de les absorber diminue si la pression est moindre. Ainsi dans les expériences, on ne peut obtenir des résultats semblables que sous la même pression, ou à la même élévation du baromètre.

La quantité que l'eau en peut prendre, est réglée par la température.

La température influe aussi sur la proportion de gaz dont l'eau peut se charger, parce que la température accroît la force d'élasticité. La quantité de gaz qui peut être absorbée diminue à mesure que la température augmente, et elle est d'autant plus considérable que la température est plus basse. On ne peut donc avoir de résultats semblables qu'en opérant au même degré du thermomètre.

Elle dépend aussi de la pureté de l'eau.

L'eau ordinaire contient toujours une certaine quantité d'air, qui varie dans sa nature et dans sa proportion, suivant les circonstances. Cet air influe sur le pouvoir absorbant de l'eau, et pour que les résultats d'expériences soient semblables, il faut qu'elle en soit dépouillée. On y parvient en la tenant pendant long-temps à l'état d'ébullition, ou en la

plaçant sous le récipient d'une machine pneumatique, où l'on fait le vide.

2. A pression, température et pureté égales, l'eau absorbe une quantité déterminée de chacun des gaz en particulier. C'est ce qui a été démontré d'une manière décisive par les expériences de différens chimistes, et spécialement par celles de William Henry, Dalton et Saussure. Ce n'est pas une chose facile que d'établir avec précision la proportion de cette quantité absolue, ou le volume de gaz que l'eau absorbera, parce que sa faculté à cet égard est affectée par une grande variété de circonstances qu'il n'est pas toujours possible d'apprécier. Les expériences des trois chimistes que nous venons de citer, devaient être le plus dépendantes de ces circonstances. Celles de Henry furent faites avec beaucoup de précision et au moyen d'un appareil calculé pour en assurer l'exactitude; tandis que celles de Dalton se distinguent par la simplicité qui caractérise toutes les siennes. Henry se servit d'un syphon de verre, dont l'une des branches était longue et étroite, et dont l'autre portait un cylindre de verre beaucoup plus large et se terminant au-dessus et au-dessous par un robinet. Ce cylindre était gradué exactement aussi-bien que la branche étroite du syphon. La portion horisontale de ce syphon consistait en partie en un tube de caoutchouc qu'on avait rendu flexible pour faciliter les moyens d'agiter le cylindre, de verre, ou la branche large du syphon, sans risquer de le briser. On remplissait d'abord le vaisseau cylindrique de mercure. On y introduisait ensuite par le robinet supérieur la portion d'eau à mettre en expérience, tandis que le même volume de mercure s'écoulait par le robinet inférieur. On faisait entrer alors de la même manière au-dessus de l'eau, la portion nécessaire du gaz dont on voulait connaître l'absorption par ce liquide. La surface du mercure s'étant ainsi établie horisontalement dans l'une et l'autre branche du syphon, on en agitait la branche large à cylindre. L'abaissement du mercure dans la branche étroite indiquait l'absorption du gaz, et la quantité de mercure à ajouter pour rétablir le niveau horisontal, donnait exactement le volume de ce qui en avait été pris par l'eau *. Dalton faisait usage d'un flacon

Expériences de Henry, Dalton et Saussure.

* Phil. Trans. 1803; et Nicholson's Jour. VI, 229. La seule partie de cet appareil qui me semble susceptible d'objection, est la

garni d'un bouchon usé à l'émeri fermant très-exactement, pour les gaz susceptibles d'être moins absorbés, et pour ceux qui peuvent l'être davantage, d'un tube de verre gradué avec beaucoup de précision. Après avoir rempli ce tube du gaz à essayer, il en faisait sortir une petite portion sous de l'eau, et donnait accès à un peu de ce liquide. Il agitait alors le tube en en tenant l'orifice fermé avec le doigt. En le replaçant ensuite ainsi sous l'eau, et en retirant au besoin son doigt de dessus son ouverture, la quantité de ce liquide qui y entrait indiquait la proportion du gaz absorbé *.

On a formé, d'après les expériences de ces savans, la table qui suit du volume de chaque gaz absorbé par 100 mesures cubes d'eau à la température de 16° centigrades.

Table du volume des gaz absorbés par l'eau.

GAZ.	ABSORPTION suivant		
	HENRY.	DALTON.	SAUSSURE.
Acide hydrosulfurique...	106	100	253
Acide carbonique........	108	100	106
Protoxide d'azote..........	86	100	76
Gaz hydrogène percarboné.	»	12,50	15,3
Deutoxide d'azote.........	5	3,70	»
Gaz oxigène..............	3,70	3,70	6,5
Hydrogène phosphoré.....	2,14	»	»
Hydrogène carboné.......	1,40	3,70	5,1
Gaz azote................	1,53	1,56	4,1
Hydrogène..............	1,61	1,56	4,6
Oxide de carbone.........	2,01	1,56	6,2

La différence entre ces colonnes n'est pas plus con-

portion de tube de caoutchouc. Cette substance devait céder un peu suivant le poids du mercure, et rendre ainsi susceptible de moins de précision la mesure de l'absorption par l'élévation du mercure, dans la branche étroite du syphon.

* Manchester's Mem. Vol. I, second series; et Phil. Mag. XLIV, 25. Je me réfère, pour la description de l'appareil de Saussure, à ce qui en est dit, Annals of Philosophy, vol. VI, p. 346; et vol. VII, p. 218.

sidérable qu'on pouvait le présumer dans des expériences aussi délicates; et en effet, dans plusieurs exemples, on peut donner, d'une manière satisfaisante, l'explication de cette différence. Mais il faut d'abord observer, que les quantités établies par Dalton ne sont pas les résultats directs de ses expériences, mais bien des résultats rectifiés par l'application d'une théorie de son invention; tandis que ceux de Henry sont annoncés, tels qu'il les a obtenus, sans aucune correction semblable.

Cavendish trouva qu'à la température d'environ 13° cent., 100 mesures d'eau absorbent dans quelques cas, 116 mesures de gaz acide carbonique, ou près de 1,20 fois son volume. Henry trouva également que la quantité de gaz absorbée excède le volume de l'eau. Or, il est difficile de voir, d'après ses expériences sur l'absorption de ce gaz, comment l'erreur, au-moins celle de Cavendish, se serait trouvée du côté de l'excès. Il y a donc lieu de croire que c'est la quantité indiquée par Dalton qui est trop faible. Le même raisonnement s'applique à l'acide hydro-sulfurique.

Dalton annonce qu'il est parvenu à faire absorber par l'eau jusqu'à un volume à-peu-près égal au sien de protoxide d'azote [1]. Dans ses premières expériences, Henry n'évalua l'absorption de ce gaz qu'à 50 [2], tandis que Davy l'établissait à 54 [3]. Il a été reconnu depuis que la différence en moins provenait de l'impureté des gaz examinés. Je considère le nombre de Saussure comme étant à-peu-près-exact.

La quantité de deutoxide d'azote absorbé par l'eau est ordinairement plus considérable qu'elle ne devrait l'être, parce que l'eau contient un peu de gaz oxigène, qui en se combinant avec le gaz absorbé en convertit une portion en acide nitreux. On peut par cette raison considérer la proportion établie par Dalton, relativement à ce gaz, comme se rapprochant le plus de la véritable.

Le gaz hydrogène carboné, examiné par Dalton, provenait des marais, et par conséquent il était pur. Le docteur Henry ne dit point comment il s'était procuré celui avec lequel il opéra. S'il l'avait obtenu du charbon humecté d'eau,

---

[1] Phil. Mag. XXIV, 15.
[2] Nicholson's Journ. VI, 231.
[3] Researches, p. 140.

comme cela est assez vraisemblable, il devait consister, en plus grande partie, en oxide de carbone; ce qui rendrait raison de la différence qui existe entre sa détermination et celle de Dalton, relativement à la faculté absorbante du gaz hydrogène carboné. Au total, les évaluations de Dalton ne s'éloignent pas beaucoup de la vérité.

Dalton est dans l'opinion que Saussure fait erreur relativement à la faculté d'absorption de l'oxigène, l'azote, et en effet de tous les gaz que l'eau n'absorbe que très-peu. Il pense que cette erreur provient de ce que la capacité du vaisseau dans lequel les gaz étaient mesurés, avait été reconnue pendant qu'il était sec; tandis que les gaz y furent introduits et leur quantité mesurée, lorsque la surface intérieure du vaisseau était humide[*].

3. Mais si nous considérions comme exacte la détermination de Dalton, il s'ensuivrait que tous ces gaz peuvent être rangés en quatre séries. L'eau absorbe 1 volume égal au sien, des gaz de la première série; $\frac{1}{8}$ de son volume de ceux de la seconde; $\frac{1}{27}$ de ceux de la troisième, et $\frac{1}{64}$ des gaz de la quatrième série : mais ces fractions sont les cubes des réciproques des nombres naturels $\frac{1}{1^3}$, $\frac{1}{2^3}$, $\frac{1}{3^3}$, $\frac{1}{4^3}$.

Or, cette conséquence, à laquelle on était très-loin de s'attendre, dérive de cette loi, que la distance entre les molécules de chaque gaz, lorsqu'ils sont contenus dans l'eau, est toujours ou la même qu'avant son absorption, ou quelque multiple de cette distance. Dans les gaz de la première série, cette distance est la même. L'acide carbonique, l'acide hydro-sulfurique et le protoxide d'azote, ne changent point de densité dans l'eau, et la distance entre leurs molécules est la même que dans leur état d'atmosphère élastique. La densité du gaz hydrogène percarboné est $\frac{1}{8}$, et la distance entre ses molécules est deux fois aussi considérable que lorsqu'il constituait une atmosphère élastique. La densité de l'oxigène, ainsi que des autres gaz qui composent la troisième série, est $\frac{1}{27}$, et la distance entre leurs molécules est trois fois aussi grande dans l'eau que sous la forme de fluides élastiques. La densité de l'azote et des gaz de la quatrième série est $\frac{1}{64}$, et

* Annals of Philosophy. VII, 218.

la distance entre leurs molécules est quatre fois aussi considérable dans l'eau qu'à l'état d'atmosphère élastique. Mais les expériences subséquentes de Saussure, dont les résultats sont présentés dans la troisième colonne de la table, font voir que cette loi n'existe point, et qu'il n'y a pas, ainsi que Dalton l'a supposé, de tels rapports simples entre la densité des gaz dans l'eau et hors de ce liquide.

Effet de la pression.

4. De ses expériences sur les gaz soumis à différens degrés de pression, équivalant à deux ou trois fois celle de l'atmosphère, et par conséquent réduits à une densité double ou triple de celle qu'ils ont ordinairement, William Henry a cru pouvoir déduire cette loi générale très-importante, savoir, que l'eau de la même température prend toujours *le même volume* de chaque gaz, quelle que soit la densité de ce gaz. Ainsi, en supposant que l'eau, à 16° centigr., absorbe justement un volume égal au sien de gaz acide carbonique dans son état de densité ordinaire, elle continuera d'en absorber un volume égal au sien, quoique le gaz ait été condensé des 0,50 ou des 0,33 du volume qu'il avait, et ainsi de suite. De sorte qu'en augmentant convenablement la pression, on peut, à volonté, faire absorber par l'eau une quantité quelconque de gaz. Pour forcer l'eau de se charger de gaz acide carbonique dans une proportion équivalente à deux fois son volume, il faut que sa faculté d'absorption s'exerce sous une pression additionnelle de 76 centimètres de mercure, et on lui en ferait prendre trois fois son volume, en ajoutant encore à cette pression une nouvelle pression de 76 centimètres, et ainsi de suite. Pour faire absorber par l'eau une quantité de gaz oxigène équivalente aux 0,33 de son volume, il faudrait employer une pression correspondante à celle d'environ 10 atmosphères, ou à une colonne de mercure d'environ 760 centimètres de hauteur.

D'un autre côté, si on diminue la pression ordinaire de l'atmosphère, et que les gaz se trouvent ainsi dilatés de deux fois, trois fois, etc., leur volume habituel, l'eau à la même température en absorbera encore exactement le même nombre de centimètres cubes, et par conséquent les 0,50, les 0,33, etc., seulement du poids de ce qu'elle en prenait sous la pression ordinaire de l'atmosphère. On voit ainsi quel est l'effet produit lorsqu'on place de l'eau imprégnée de gaz sous le récipient de la machine pneumatique. Le même vo-

lume de gaz continuera de rester dans l'eau; mais sa densité deviendra moindre à mesure que le vide se fera. Si on raréfie l'air jusqu'à 300 fois, la quantité du gaz retenu par l'eau ne sera que de $\frac{1}{300}$ ce qu'elle était avant que l'eau chargée du gaz eût été mise sous le récipient.

Les gaz absorbés conservent leur élasticité.

5. Si la quantité de gaz dont l'eau peut se charger dépend entièrement de la pression, et si cette quantité augmente ou diminue selon que la pression est plus ou moins considérable, on ne peut se dispenser d'admettre que les gaz conservent encore leur élasticité après qu'ils ont été absorbés par l'eau. La combinaison (si l'on peut appeler ainsi l'absorption des gaz par l'eau) semble d'abord pouvoir être à peine comparée avec l'affinité chimique : car l'eau se chargeant d'un gaz quelconque en toute quantité, pourvu que le volume soit le même, la proportion des ingrédiens est alors entièrement déterminée par le volume, tandis que dans les combinaisons chimiques, c'est par le poids qu'elle se règle.

On suppose que les gaz ne sont que mécaniquement mêlés avec l'eau.

Il y a donc ici une espèce de combinaison qui semble différer de toute autre. La loi qu'elle suit est qu'il doit toujours y avoir un rapport constant entre la densité des portions de gaz dans l'eau et hors de l'eau. Dalton pense que l'absorption des gaz par l'eau est purement mécanique; qu'ils ne se combinent pas réellement avec l'eau, mais qu'ils sont forcés d'entrer dans ses pores; que le gaz retenu dans l'eau n'exerce pas de pression sur ce liquide, mais seulement sur le vaisseau qui le contient; et qu'il est à l'égard de l'eau précisément dans le même état que s'il était répandu dans le vide. Mais je trouve qu'il y a deux circonstances qui ne me paraissent pas pouvoir s'accorder avec cette manière de considérer l'aborption des gaz. La première est celle du dégagement de calorique lors de l'absorption par l'eau des gaz acide carbonique et acide hydro-sulfurique. Henry observa qu'un thermomètre plongé dans le liquide monte des 0,28 aux 0,42 d'un degré cent.*. La seconde est que le volume de l'eau augmente par l'imprégnation; car la pesanteur spécifique de l'eau, chargée de gaz acide carbonique, est moindre qu'elle ne devait l'être. C'est ainsi que Bergman trouva que la pesanteur spécifique d'une eau saturée de

* Nicholson's Journ. V, 225.

gaz acide carbonique à la température de 2° 22 cent., était de 1,0015*, comparée avec celle de l'eau à la même température; tandis qu'elle aurait dû être de 1,0019, en supposant même qu'elle n'eût absorbé qu'un volume égal au sien du gaz acide; et cependant Bergman assure expressément qu'elle était imprégnée dans une proportion plus grande. Ainsi il paraît qu'il y a expansion de l'eau lorsqu'elle absorbe le gaz acide carbonique, ce qui ne pourrait avoir lieu que par l'effet d'une action du gaz sur ce liquide; car on ne prétendra sûrement pas qu'en supposant de l'élasticité à l'eau elle-même, cette élasticité puisse être équivalente à un changement aussi sensible de volume. Il faut donc qu'il y ait action entre les atômes du gaz absorbé et l'eau. Mais en outre, le dégagement de calorique, nonobstant cette expansion, ne serait-il pas un phénomène inconciliable avec ce qui arrive dans tous les cas? et comment pourrait-on l'expliquer autrement que par la supposition qu'il s'opère une espèce de combinaison entre les molécules du gaz et celles de l'eau, et que le dégagement de calorique est la conséquence de cette combinaison.

Il y a lieu de supposer que les gaz sont dissous dans l'eau.

Si le mélange des gaz avec l'eau n'était que purement mécanique, il serait difficile d'expliquer d'une manière satisfaisante, pourquoi la même pression ne forcerait pas le même volume de chacun d'eux de pénétrer dans les pores de ce liquide. C'est de cette circonstance, dont il semble si embarrassant de rendre compte, que nous nous appuyons, pour être, d'après elle, en droit de réduire l'absorption des gaz par l'eau aux simples principes d'affinité chimique; et elle n'est en effet qu'un cas particulier de dissolutions chimiques, ainsi que l'a désignée Berthollet. Les corps gazeux se dissolvent entre eux dans toutes proportions, parce qu'ils sont les uns et les autres dans le même état, et que cette faculté respective n'est pas restreinte par la cohésion de leurs molécules; mais lorsqu'un liquide dissout un gaz, l'effet de cette dissolution est borné par la différence d'état des deux corps. L'élasticité du gaz s'oppose, ainsi que l'a fait voir Berthollet, à son union avec les corps qui ne jouissent pas de cette propriété, et elle limite la quantité du gaz qui peut se combiner; car lorsque l'attraction entre le liquide et le gaz se

* Opusc. I, 9.

trouve exactement contrebalancée par l'élasticité, toute absorption du gaz cesse d'avoir lieu. Si cette élasticité n'était pas ainsi un obstacle, la proportion du gaz qu'un liquide peut dissoudre serait indéfinie.

Supposons que la pression de l'atmosphère soit complètement anéantie : alors les corps gazeux s'étendront indéfiniment jusqu'à ce que leurs atômes ne soient plus sensiblement animés de la force de répulsion. Si dans cet état d'expansion un gaz était exposé à l'action de l'eau, ce liquide l'absorberait, et les particules du gaz, ainsi saisies, s'arrangeraient d'elles-mêmes dans un ordre régulier, à des distances déterminées les unes des autres; ces distances régleraient la quantité de chaque gaz absorbé, tandis que les distances elles-mêmes seraient fixées par l'affinité entre le gaz et l'eau. Plus cette affinité serait grande, plus les atômes du gaz se rapprocheraient entre eux, avant que cette affinité entre ces atômes et l'eau ne fût balancée par leur élasticité. Dans un cas de supposition semblable, on n'a aucun moyen de déterminer le volume qui pourrait être absorbé de chaque gaz, quoiqu'il n'y ait pas de doute qu'il se trouverait être dans quelque rapport avec l'affinité entre le gaz et l'eau. La quantité absorbée, évaluée en poids, serait inappréciable.

Si l'on suppose actuellement que les gaz sont soumis à l'effet d'une certaine pression, comme par exemple, celle de 76 centimètres de mercure, équivalente à une atmosphère; dans ce cas, les gaz augmentent beaucoup en densité et proportionnellement en élasticité; mais cette augmentation d'élasticité se trouvant exactement balancée par la pression, c'est la même chose relativement à leur absorption par l'eau, que si elle n'avait pas eu lieu; ou en d'autres termes, le gaz, nonobstant son accroissement de densité, ne présente pas un plus grand obstacle qu'auparavant à son absorption par l'eau; car quelle que puisse être la densité des gaz, en tant qu'elle est produite par la pression, elle est balancée par cette pression. Il s'ensuit que quelque dense qu'un gaz puisse être devenu par la pression, l'eau doit en absorber toujours le même volume, et nous avons acquis, par les expériences de Villiam Henry, la certitude que cela arrive en effet ainsi. Loin que cette loi vienne à l'appui de l'opinion que l'absorption des gaz par l'eau n'est qu'un effet purement mécanique de la pression, elle doit faire persister dans la

supposition que la combinaison est chimique. La vérité en est démontrée par l'absorption de chaque gaz en proportion déterminée, et cette absorption prouve que la combinaison chimique est réglée par la proportion qui existe entre la force de répulsion des molécules du gaz et celle d'attraction de l'eau pour ces molécules. La portion de chaque gaz que l'eau absorbera sera telle, que la répulsion entre les molécules absorbées fera justement équilibre à l'affinité de l'eau pour elles. Si la force d'affinité est double, la répulsion peut être double; si elle n'est que de la moitié, la répulsion ne sera que dans la même proportion de moitié, et ainsi de suite.

On voit, par les expériences de Henry et de Dalton, que l'affinité entre l'eau et le gaz acide carbonique est telle qu'elle est balancée à-peu-près par l'élasticité. Il en résulte que, dans sa combinaison avec l'eau, ce gaz n'éprouve que très-peu ou point de changement dans sa densité; mais la force d'affinité entre l'eau et le gaz hydrogène percarboné n'équivalant qu'à la moitié de celle d'élasticité de ce gaz, la distance entre ses molécules, lorsqu'il se combine avec l'eau, doit être double, et par conséquent l'eau ne se combinera qu'avec le $\frac{1}{8}$ du volume de ce gaz, relativement à ce qu'elle en prend du gaz acide carbonique, en supposant l'un et l'autre de ces gaz soumis à la même pression avant l'absorption. Car cette portion du gaz hydrogène percarboné, lorsqu'il se combine avec l'eau, doit s'étendre dans ce liquide de manière à occuper huit fois son premier volume. De même l'affinité du gaz oxigène pour l'eau n'étant que le $\frac{1}{3}$ de son élasticité, ce liquide prendra 27 fois autant en volume, de gaz acide carbonique que de gaz oxigène; parce que les atômes de ce dernier gaz, lorsqu'ils se combinent avec l'eau, doivent se séparer à une distance triple de celle qui existait d'abord entre eux, pour que l'affinité et l'élasticité puissent se trouver en équilibre. L'affinité de l'azote pour l'eau n'étant que le $\frac{1}{4}$ de son élasticité, l'eau absorbera soixante-quatre fois autant de gaz acide carbonique que de gaz azote, parce qu'il faudra que la distance qui séparait les atômes d'azote lorsqu'ils se sont combinés avec le liquide, soit devenue quadruple avant que l'affinité soit capable de balancer l'élasticité.

La proportion du gaz absorbé dépend du résidu.

6. Les expériences du docteur Henry, amplement confirmées par celles de Dalton, nous apprennent que la proportion de tout gaz quelconque absorbé par l'eau, dépend en

grande partie de la nature du résidu gazeux. Ainsi, en agitant à la température ordinaire 1 décimètre cube d'eau avec 2 décimètres cubes de gaz acide carbonique, il y aura au-moins 1 décimètre cube du gaz absorbé. Dans ce cas, le résidu est de l'acide carbonique pur. Mais si on agite de la même manière avec 1 décimètre cube d'eau, 2 décimètres cubes de gaz acide carbonique, et 1 décimètre cube d'air ordinaire, dans ce cas, le résidu ne sera pas de l'acide carbonique pur, mais un mélange d'acide carbonique et d'air. La quantité du gaz acide absorbé d'un semblable mélange ne sera plus, comme dans le premier exemple, de 1 décimètre cube, mais de 600 centimètres cubes seulement *. On voit donc que lorsque le résidu était l'acide carbonique pur, il en avait été absorbé une proportion beaucoup plus grande que lorsqu'il était un mélange d'acide carbonique et d'air. C'est ce qui a généralement lieu lorsque le résidu contient un gaz étranger; la quantité absorbée est moindre qu'à l'ordinaire, et elle diminue en raison de la quantité du gaz étranger présent.

Des gaz se séparent de l'eau lorsqu'on la met en contact avec d'autres gaz.

Si l'on met de l'eau complètement imprégnée d'un gaz quelconque dans un vaisseau qui contient un autre gaz, une portion de celui que retenait l'eau s'en sépare et se mêle avec le fluide élastique en contact. La quantité du premier gaz qui s'échappe ainsi, est en proportion du volume du dernier comparé au volume de l'eau. Il en résulte qu'en laissant exposée à l'air de l'eau imprégnée d'acide carbonique, l'acide s'en dégage en presque totalité, et l'eau devient insipide. Si on laisse un peu d'eau chargée de gaz acide hydro-sulfurique, ou de protoxide d'azote, dans une grande cloche remplie de gaz oxigène ou de tout autre gaz, les gaz acide hydro-sulfurique, ou protoxide d'azote, se dégagent de l'eau en grande partie pour se mêler avec le gaz oxigène. Pour conserver l'eau dans son état d'imprégnation entière, il faut ou la tenir dans des vaisseaux fermés, ou la mettre sous la pression d'une atmosphère qui soit précisément la même que celle du gaz qu'elle contient.

Ce fut le docteur Henry qui reconnut le premier cette loi remarquable, et il l'annonça comme une démonstration de la vérité de la théorie particulière de Dalton sur la non-élas-

* Henry, Nicholson's Journ. V, 233.

ticité des gaz entre eux[1]. Car si un gaz peut être retenu dans l'eau par la pression d'une atmosphère de son propre gaz, et qu'il n'en puisse être ainsi par la pression de l'atmosphère d'aucun autre gaz, on en peut inférer que les gaz ne pressent pas réciproquement les uns sur les autres.

La proportion du gaz absorbé dépend de la température.

7. La température influe considérablement sur la proportion des gaz que l'eau peut absorber. Le docteur Henry trouva qu'un décimètre cube (1000 centimètres cubes) d'eau, à la température d'environ 13° centig., absorbe 1080 centimètres cubes de gaz acide carbonique; mais que la même quantité d'eau à 29°,5 centig. n'en prenait que 840 centim. cubes. Un décim. cube d'eau, à environ 13° centig., absorbe 1060 centim. cubes de gaz acide hydro-sulfurique, tandis qu'à 29°,5 cent. elle ne s'en charge que dans la proportion de 950 centim. cubes[2]. On ne doit pas regarder ces quantités comme étant exactes, parce que le docteur Henry n'avait pas pris en considération la pureté du résidu; mais ces résultats suffisent pour démontrer que la proportion du gaz absorbé est affectée par la température.

La cause de cette influence de température est facile à saisir. L'élasticité des gaz augmente à mesure que leur température s'élève. La proportion de ce que l'eau peut en absorber doit donc diminuer en raison de ce que cette élasticité devient plus considérable. Il est démontré, par une expérience de Dalton, que cette explication est la véritable. Si, après avoir renfermé, dans un flacon bien bouché, de l'eau imprégnée d'un gaz et chargée d'une atmosphère du même gaz, on expose ce flacon à tout changement quelconque de température de zéro à 100° centigr., il ne s'en produira aucun dans la proportion du gaz que l'eau contient[3]. Dans ce cas, le gaz qui forme l'atmosphère éprouve le même changement dans son élasticité que la portion contenue dans l'eau, et, par conséquent, l'effet de cette variation dans l'élasticité est contre-balancé. Le gaz et l'eau continuent d'être exactement l'un à l'égard de l'autre dans la même situation que s'il ne s'était opéré aucun changement quelconque.

8. Si l'on agite un gaz pur, quel qu'il soit, avec une suffi-

---

[1] Nicholson's Journ. VIII, 298.
[2] *Ibid.* V, 235.
[3] Phil. Mag XXIV, 18.

sante quantité d'eau pure, ce gaz sera absorbé en totalité sans laisser de résidu; mais si l'eau n'est pas parfaitement pure, alors il restera toujours un résidu; et ce résidu consistera en partie dans le gaz absorbé, et en partie dans le gaz que contenait l'eau avant l'absorption.

On a supposé que l'eau convertissait des gaz en gaz azote.

Il a été fait un grand nombre d'expériences sur ce sujet par différens chimistes, et spécialement par le docteur Priestley [1], et par M. Berger [2]; mais comme ils ont négligé de tenir note de la nature et de la quantité de gaz dont l'eau qu'ils employaient était imprégnée, et, dans beaucoup de cas aussi, de la pureté du gaz dont ils se servaient, on ne peut pas tirer de ces expériences des conclusions satisfaisantes.

Berger trouva qu'en laissant de l'air atmosphérique en contact avec l'eau jusqu'à ce qu'il eût perdu les 0,20 de son volume, le résidu ne consistait en totalité qu'en gaz azote, car le phosphore ne produisait aucun changement dans son volume. Le docteur Priestley s'assura que le même changement avait lieu lorsque le volume de l'air était réduit aux 0,70, ou aux 0,75. Cet effet résulte évidemment de quelque changement particulier qui s'opère dans l'eau stagnante, et probablement d'une espèce de putréfaction. Quelques substances contenues dans l'eau et provenant du vaisseau, semblent acquérir la propriété de s'unir à l'oxigène et de le prendre ainsi à l'eau à mesure et aussi promptement qu'elle le dissout. C'est ainsi que Dalton trouva que de l'eau conservée dans une cuve de bois avait perdu très-promptement la totalité de son oxigène [3]. Il n'est pas aussi facile de rendre raison des résultats que Priestley et Berger obtinrent en laissant en contact avec l'eau des gaz deutoxite d'azote et hydrogène. Bergman reconnut que l'un et l'autre gaz, par un long séjour sur l'eau, avaient perdu les 0,75 de leur volume. Le résidu était de l'azote.

Tels sont les phénomènes de l'absorption des gaz par l'eau. Ils sont tous susceptibles d'une explication facile au moyen de la supposition qu'il existe une affinité entre les gaz et l'eau, et que la proportion absorbée de chaque gaz se règle par son affinité pour ce liquide et par son élasticité. Nous allons nous occuper des gaz qui peuvent être absorbés en plus grandes quantités.

---

[1] Amer. Trans. V, 21.
[2] Journ. de Phys. LVII, 5.
[3] Phil. Mag. XXIV, 17.

Liste des gaz que l'eau absorbe en plus grandes quantités.

II. Tous les gaz que l'eau peut absorber en plus grande proportion appartiennent à la classe des soutiens de combustion, des acides ou alcalis. On a formé la liste qui suit de ceux de ces gaz qui ont été examinés jusqu'à présent, placés dans l'ordre inverse de leur absorption par l'eau.

1. Chlore.
2. Cyanogène.
3. Acide sulfureux.
4. Acide fluosilicique.
5. Acide hydrochlorique.
6. Acide fluoborique.
7. Gaz ammoniacal.

Volume de ces gaz absorbé par l'eau.

1. Les proportions de l'absorption de ces gaz, déterminées par le nombre de mesures de chacun d'eux qu'une mesure d'eau pure peut absorber, sont, ainsi qu'il suit, savoir :

Chlore.............	2
Cyanogène.........	4 ½
Acide sulfureux.....	43,78[1]
Acide fluosilicique...	363 +[1]
Acide hydrochlorique	516
Acide fluoborique...	700[2]
Ammoniacal........	780

Dilatation de l'eau.

2. Un centimètre cube d'eau saturée des gaz dont nous venons de donner la liste, augmente en volume dans les proportions suivantes, le volume primitif étant 1 :

Liste des gaz absorbés par l'eau en plus grandes quantités.

Avec eau saturée.	Centim. cubes.
Chlore...............	1,002 +
Acide sulfureux........	1,040
Acide fluosilicique.....	»
Acide hydrochlorique..	1,500
Ammoniacal..........	1,666

Ainsi, par cette imprégnation, les molécules de l'eau sont entre elles à une plus grande distance qu'elles ne l'étaient auparavant; d'où il suit que la densité du gaz absorbé n'est pas aussi considérable qu'elle paraîtrait d'abord devoir l'être d'après le volume qui en a été saisi par l'eau. Ainsi quoique 1 centimètre cube d'eau absorbe 516 centimètres cubes de gaz acide hydrochlorique, cependant comme le centi-

[1] D'après les expériences de Saussure, les miennes ne me donnèrent que 33.

[2] John Davy, Phil. Trans. 1812, p. 357 et 367.

mètre cube prend de l'expansion, pendant l'absorption, de manière à devenir 1,5 centimètre cube, il est évident qu'il n'y a que les 0,66 des 516 centim. cubes du gaz, qui soient contenus dans 1 centimètre cube; la proportion des 0,33 restant est nécessaire pour la moitié additionnelle du centimètre cube produite par l'expansion de l'eau. Il s'ensuit que la densité du gaz acide hydrochlorique dans le mélange est justement des 0,66 de 516, ou de 344; c'est-à-dire que chaque quantité de 1 centimètre cube d'eau ainsi saturée, contient 344 centimètres cubes de gaz acide hydrochlorique.

On peut, par une méthode semblable, connaître la densité de chacun des gaz dans l'eau qui en est saturée. Ces densités sont, ainsi qu'il suit :

Quantité contenue dans un volume donné d'eau.

Chlore...............	1,5
Acide sulfureux........	31,7
Acide hydrochlorique ..	344,0
Ammoniac...........	468,0

Ainsi il paraît que les atômes du gaz acide sulfureux, dans l'eau qui en est saturée, sont à-peu-près trois fois plus rapprochés les uns des autres que dans leur état ordinaire; que ceux du gaz acide hydrochlorique le sont sept fois plus; et ceux du gaz ammoniac presque huit fois.

3. On ne disconviendra sûrement pas que l'absorption de ces gaz par l'eau résulte d'une affinité qui existe entre eux et ce liquide; car il serait impossible de rendre raison par toute autre supposition quelconque, de la condensation prodigieuse que ces gaz éprouvent nonobstant leur élasticité.

Ces gaz se combinent chimiquement avec l'eau.

Cependant les phénomènes sont à tous égards les mêmes, excepté dans le degré de force, que ceux que présentent les gaz dont nous avons précédemment traité. Leur mélange avec d'autres gaz influe matériellement, non-seulement sur la rapidité de l'absorption, mais même sur la quantité absorbée. Entre eux, ils ne se chassent qu'en partie de l'eau, comme cela arrive à l'égard des autres gaz. Lorsqu'on verse de l'ammoniaque liquide dans un tube de baromètre, le mercure tombe immédiatement de 254 millim., les autres dissolutions gazeuses produisent un effet semblable. Ces gaz sont également chassés du liquide qui en est imprégné lorsque ce liquide est placé sous le récipient de la machine pneumatique, et lorsqu'on le tient à l'état d'ébullition. Enfin, il n'y a pas une seule circonstance dans laquelle l'absorption

de ces gaz par l'eau diffère de celle des gaz de la première classe, si ce n'est seulement dans le volume qui en est absorbé. Dans la plüpart des gaz de la première classe, le gaz éprouve de l'expansion lorsqu'il est absorbé, tandis que dans tous ceux de la seconde classe, c'est une condensation qui a lieu. Cette condensation dénote que l'affinité des gaz pour l'eau est plus considérable que ne l'est leur élasticité, tandis que l'expansion indique précisément le contraire.

Si l'affinité se mesure par la racine cube de la condensation relative, alors il s'ensuivra que l'affinité de l'acide hydrochlorique pour l'eau est 28 fois plus grande que celle de l'azote, et que l'affinité du gaz ammoniac l'est 32 fois. On trouverait également que l'affinité de l'acide hydrochlorique est sept fois plus grande que celle de l'acide carbonique, et ainsi de suite.

Absorption des gaz par d'autres liquides.

III. Quant à l'absorption des gaz par des liquides autres que l'eau, nous manquons d'expériences décisives. Le docteur Priestley essaya l'absorption de gaz divers par l'alcool, l'éther et différentes espèces d'huiles. Dalton a fait aussi quelques expériences dans le même but; mais il n'en a annoncé le résultat qu'en termes généraux. Théodore de Saussure a cependant fait sur ce sujet quelques expériences d'un très-grand intérêt, et qui font voir que l'absorption des gaz par d'autres liquides, suit des proportions qui diffèrent de celles de leur absorption par l'eau, ce qui nous fournit un motif de plus pour considérer l'affinité chimique comme étant la cause de cette absorption. On a présenté, dans la table qui suit, les volumes de différens gaz absorbés par 100 volumes d'alcool d'une pésanteur spécifique de 0,84, d'après les expériences de Saussure *.

Gaz acide sulfureux........	11577
Acide hydro-sulfurique....	606
Acide carbonique.........	186
Protoxide d'azote.........	153
Hydrogène percarboné....	127
Oxigène.................	16,25
Oxide de carbone.........	14,5
Hydrogène oxi-carboné....	7,0
Hydrogène..............	5,1
Azote....	4,2

* Annals of Philosophy. VI, 340.

On voit, par cette table, que l'alcool absorbe au-delà de 8 fois autant de gaz hydrogène percarboné que ne le fait l'eau; il serait curieux de connaître l'effet de cette absorption sur la densité de l'alcool.

On trouvera dans la table qui suit, les volumes de quatre gaz différens, absorbés, suivant les expériences de Saussnre, par 100 volumes des liquides indiqués[1].

1. Naphte native, d'une densité de..... 0,784
2. Huile de lavande. 0,88
3. Huile d'olive
4. Dissolution aqueuse saturée d'hydrochlorate de potasse.

	Naphte.	Huile de lavande.	Huile d'olive.	Dissolution d'hydrochlorate de potasse.
Gaz hydrogène percarboné	261	209	122	10
Protoxide d'azote	254	275	150	21
Acide carbonique	169	191	151	61
Oxide de carbone	20	15,6	14,2	5,2

La table qui suit a été formée, d'après les expériences du même chimiste, des volumes de gaz acide carbonique absorbé par un volume d'un grand nombre de liquides, différant beaucoup entre eux dans leurs propriétés de viscosité et de fluidité[2].

---

[1] Annals of Philosophy. VI, 340.
[2] *Ibid.* p. 342.

LIQUIDES.	Pes. Spéc.	Volumes du gaz absorbés.	100 parties de la dissolution contiennent :
Alcool.	0,803	2,6	
Ether sulfurique.	0,727	2,17	
Huile de lavande.	0,880	1,91	
Huile de thym.	0,890	1,88	
Esprit de vin.	0,84	1,87	
Naphte rectifiée.	0,784	1,69	
Huile de térébenthine.	0,86	1,66	
Huile de lin.	0,94	1,56	
Huile d'olive.	0,915	1,51	
Eau.	1,000	1,06	
Hydrochlorate d'ammoniaque.	1,078	0,75	21,53 Cristaux. Dissolution saturée.
Gomme arabique.	1,092	0,75	25 Gomme.
Sucre.	1,104	0,72	25 Sucre.
Alun.	1,047	0,7	9,14 Cristaux. Dissolution saturée.
Sulfate de potasse.	1,077	0,62	9,42 Cristaux. Dissolution saturée.
Hydrochlorate de potasse. . .	1,168	0,61	26 Cristaux. Dissolution saturée.
Sulfate de soude.	1,105	0,58	11,14 Séché à une chaleur rouge. Dissolution saturée.
Nitrate de potasse.	1,139	0,57	20,6 Cristaux. Dissolution saturée.
Nitrate de soude.	1,206	0,45	26,4 Cristaux. Dissolution saturée.
Acide sulfurique.	1,84	0,45	
Acide tartarique.	1,285	0,41	53,37 Cristaux. Dissolution saturée.
Hydrochlorate de soude. . . .	1,212	0,329	29 Sel. Dissolution saturée.
Hydrochlorate de chaux. . . .	1,402	0,261	40,2 Sel séché à la chaleur rouge. Dissolution saturée.

Il paraîtrait, par cette table, que l'alcool et les huiles absorbent une beaucoup plus grande proportion des gaz que l'eau. L'opinion de Saussure est que le pouvoir que les liquides ont d'absorber les gaz, diminue comme leur pésanteur spécifique augmente. Mais la table qui précède ne se trouve pas trop bien d'accord avec cette opinion. Car l'éther sulfurique, quoique spécifiquement plus léger que l'alcool, absorbe une proportion plus petite de gaz acide carbonique. L'acide nitrique se charge d'une quantité énorme de deutoxide d'azote, pour lequel son affinité est très-forte; et il le convertit par degrés en vapeur nitreuse, tandis que l'action des autres acides sur ce gaz est à-peu-près la même que celle de l'eau. Le deutoxide d'azote est aussi absorbé en quantités considérables par les sulfate, nitrate et hydrochlorate de fer, et en petites proportions par les sulfates d'étain et

de zinc, par l'hydrochlorate de zinc *, ainsi que par plusieurs des sels de cuivre

---

SECTION V.

De la Combinaison des Gaz avec les Solides.

Les gaz et les solides diffèrent encore davantage entre eux, par leur état, que les gaz et les liquides; leurs combinaisons avec les premiers de ces corps doivent en conséquence s'effectuer plus difficilement. Elles seront empêchées, d'un côté par l'*élasticité* des gaz, et de l'autre, par la force de *cohésion* qui unit ensemble les molécules des solides; et il ne s'opérera de combinaison qu'autant que l'affinité sera suffisante pour vaincre l'une ou l'autre de ces forces. Le nouveau composé sera gazeux, solide ou liquide, selon la proportion des constituans combinés, et suivant que leur union sera intime. Nous allons examiner d'abord la combinaison des gaz simples avec les solides, pour nous occuper ensuite des gaz composés.

I. Les gaz simples sont au nombre de quatre, savoir: l'*oxigène*, le *chlore*, l'*hydrogène* et l'*azote*. Gaz simples.

1. Les seuls corps solides simples connus sont le carbone, le bore, le silicium, le phosphore, le soufre et les métaux. Or l'oxigène est capable de se combiner avec tous ces corps.

Autant qu'on a pu s'en assurer jusqu'à présent, l'oxigène ne s'unit au carbone que dans deux proportions, et il en résulte les deux composés appelés acide carbonique et oxide de carbone. Nous avons vu, dans une précédente partie de cet ouvrage, que l'acide carbonique est un composé de 1 atôme carbone + 2 atômes oxigène, que le gaz oxide de carbone est formé de 1 atôme carbone et de 1 atôme oxigène; et que le poids d'un atôme d'oxigène étant 1, un atôme de carbone pèsera 0,75; ainsi nous avons: Gaz oxigène avec carbone.

Oxide de carbone, composé de 0,75 carbone + 1 oxigène.
Acide carbonique .... 0,75 .... + 2

---

* Priestley, on Air. I, 372; II, 229; Davy's Researches, p. 160.

Ou ce qui est la même chose :

Oxide de carbone formé de	3 carbone	+	4 oxigène.
Acide carbonique.	3	+	8

Ou

Oxide de carbone, consistant en	100 carb.	+	133,3 oxigène.
Acide carbonique.	100.	+	266,6

La pesanteur spécifique d'un volume de carbone, en le supposant à l'état gazeux, est 0,416. L'oxide de carbone est composé d'un volume de carbone et d'un demi-volume d'oxigène condensés en 1 volume. L'acide carbonique est formé d'un volume de carbone et d'un volume d'oxigène condensés en 1 volume; d'où il suit que la pesanteur spécifique de l'oxide de carbone est de $0{,}416 + 0{,}555 = 0{,}971$, et la pesanteur spécifique de l'acide carbonique est $0{,}416 + 1{,}111 = 1{,}527$, nombres qui s'accordent suffisamment avec l'expérience.

Il est remarquable que l'oxide de carbone ne peut être formé par l'union directe de l'oxigène et du carbone ou charbon. On ne l'obtient que par la décomposition d'un produit de combustion, au moyen d'un combustible; les produits ainsi décomposés sont l'acide carbonique par les oxides métalliques, et l'hydrogène et l'eau par le charbon.

Oxigène avec bore.

2. L'oxigène ne se combine, autant que cela nous est jusqu'à présent connu, qu'avec une seule proportion de bore, constituant l'acide borique. Nous avons conclu des phénomènes établis dans une partie précédente de cet ouvrage, que l'acide borique est un composé de 1 atôme bore et 2 atômes oxigène, et qu'un atôme de bore pèse 0,875. Il s'ensuit que l'acide borique est formé de 0,875 bore + 2 oxigène, ou de. 100 . . . . + 228,57

Gaz oxigène avec le phosphore.

3. L'oxigène peut également s'unir au phosphore, au moins en trois proportions. Cette union produit les composés appelés acide hypophosphoreux, acide phosphoreux et acide phosphorique. Ils sont tous solides et diffèrent extrêmement à cet égard, des combinaisons d'oxigène et de carbone, qui sont principalement gazeuses. C'est directement l'inverse de ce à quoi on aurait dû s'attendre *à priori*. Le carbone est de tous les corps solides connus, le moins disposé à prendre la forme élastique; car aucun degré de chaleur ne

peut le mettre à l'état de fusion, et encore moins le volatiliser; tandis que le phosphore peut être, par comparaison, facilement converti en vapeur, puisqu'à la chaleur de nos feux, on le fait très-aisément bouillir. Cette différence entre les deux substances semble dépendre de la densité des atômes du phosphore et de ce que dans leur état d'union avec l'oxigène, ce principe y est en proportion moindre. Nous avons eu déjà lieu de conclure, d'après les phénomènes, qu'un atôme de phosphore pèse 1,5, et que ces trois acides sont respectivement composés de 1 atôme phosphore uni à 1, 2 et 3 atômes d'oxigène; d'où il résulte qu'ils sont composés ainsi qu'il suit :

Acide hypophosphoreux de	1,5 phosphore	+ 1 oxigène.
Acide phosphoreux de....	1,5..........	+ 2
Acide phosphorique de....	1,5..........	+ 3

Ou ce qui est la même chose,

Acide hypophosphoreux de	100 phosphore	+ 66,6 oxig.
Acide phosphoreux de....	100..........	+ 133,3
Acide phosphorique de...	100..........	+ 200

Le poids d'un volume de phosphore est 0,8328, en le supposant à l'état de gaz; mais comme aucun des composés de phosphore et d'oxigène n'est gazeux, nous ne pouvons pas déterminer la condensation qui a lieu. Il est évident cependant que dans les trois acides, 1 volume de phosphore est uni avec ½ volume, 1 volume et 1 ½ volume respectivement d'oxigène. Il est probable que le composé résultant, dans chacun de ces cas, serait un volume, si ce composé pouvait se présenter sous forme de gaz.

Oxigène avec soufre.

4. L'oxigène s'unit également avec trois proportions de soufre, formant ainsi trois acides exactement analogues aux acides du phosphore; savoir : l'acide hypo-sulfureux, l'acide sulfureux, et l'acide sulfurique. Le premier de ces acides n'a jamais été obtenu isolé; mais les deux autres sont bien connus, et il y a lieu de croire que dans leur état de pureté, ce sont l'un et l'autre des corps gazeux. Nous avons déjà conclu, d'après les phénomènes, qu'un atôme de soufre pèse 2, et que les trois acides du soufre sont composés de 1 atôme de soufre respectivement combiné avec 1, 2 et 3 atômes d'oxigène; d'où il suit que les acides sont formés, savoir :

Acide hypo-sulfureux de	2 soufre	+	1 oxigène
Acide sulfureux	2	+	2
Acide sulfurique.	2	+	3

Ou, ce qui revient au même,

Acide hypo-sulfureux.	100 soufre	+	50 oxigène
Acide sulfureux	100	+	100
Acide sulfurique. . . .	100	+	150

Le poids d'un volume de soufre à l'état de vapeur est 1,111. L'acide sulfureux est composé d'un volume de soufre et d'un volume d'oxigène, condensés en un volume. L'acide sulfurique de 1 volume de soufre + 1 ½ volume d'oxigène, condensés en 1 volume; d'où il suit que la pesanteur spécifique de l'acide sulfureux est . . . $1,111 + 1,111 = 2,222$
Et la pesanteur spécifique
de l'acide sulfurique . . . $1,111 + 1,666 = 2,777$

Nombres qui correspondent avec l'expérience. L'acide hypo-sulfureux doit être, par analogie, composé de 1 volume de soufre et d'un demi volume d'oxigène, condensés en un volume, ce qui donnerait, pour sa pesanteur spécifique, à l'état gazeux, 1,666.

Oxigène avec métaux.

5. L'oxigène a la propriété de s'unir avec tous les métaux en doses diverses; mais les composés formés sont toujours solides. Dans ces combinaisons alors, c'est le corps solide qui conserve son état, tandis que l'oxigène perd le sien. Nous pouvons attribuer cet effet à la très-grande force de cohésion en vertu de laquelle toutes les molécules métalliques sont unies, force affaiblie sans doute par la combinaison de l'oxigène, mais qui n'est pas surmontée. Quelques-uns des oxides métalliques ont les propriétés acides, d'autres celles d'alcalis; tandis qu'il en est dont les propriétés sont intermédiaires entre celles acides et alcalines. Mais je n'ai rien à ajouter à l'exposé que j'ai déjà donné de ces corps dans une partie précédente de cet ouvrage, et je renvoye aux tables dans lesquelles sont présentées les propriétés des métaux *.

6. Nous ne connaissons qu'imparfaitement encore les com-

---

* Vol. I, p. 591.

binaisons que le chlore forme avec les différens corps solides. Il résulte de son union avec le phosphore deux composés, dont l'un est liquide et l'autre solide. Avec le soufre, il produit un composé liquide. Il s'unit avec tous les métaux, et les composés solides que cette union produit, n'ont été pour la plupart qu'imparfaitement examinés. Le chlore ne paraît pas susceptible de s'unir avec le carbone. On n'a pas essayé son action sur le bore.

7. Quelque considérable que soit l'affinité qui existe entre l'hydrogène et le carbone, le phosphore et le soufre, il ne se produit cependant d'union entre le gaz et ces corps mis en contact, que dans les cas seulement où la cohésion des corps solides est détruite, ou que le fluide élastique est présenté à l'état naissant. Ce fait nous prouve que ce sont la force de cohésion des solides et l'élasticité du gaz qui empêchent la combinaison. Le calorique ne détruisant pas la cohésion du carbone, l'union de ce corps avec l'hydrogène ne peut être produite par la chaleur; mais Gengembre trouva qu'en tenant le soufre et le phosphore à l'état de fusion dans le gaz hydrogène, il y a combinaison. C'est principalement cependant par la décomposition de l'eau que ces combinaisons ont lieu. Gaz hydrogène avec solides simples.

Toutes les combinaisons connues de l'hydrogène avec un combustible simple sont des gaz, excepté une seule, l'acide hydro-sulfurique, qui est liquide, mais qui se convertit facilement en vapeur. C'est l'effet de la grande élasticité du gaz hydrogène. Aucun des autres fluides élastiques ne peut lui être comparé sous ce rapport. Les atômes dont il est composé doivent être plus petits, et les distances entre eux plus grandes que dans tout autre gaz quelconque. Il s'ensuit qu'il oppose une résistance plus forte aux affinités, dont l'effet serait de le condenser en un solide ou en un liquide, et qu'il est toujours disposé à reprendre son élasticité.

L'hydrogène se combine dans deux proportions avec le carbone, le soufre et le phosphore. Tous ces composés sont parfaitement analogues. Ils consistent dans 1 ou 2 atômes d'hydrogène, combinés avec 1 atôme de carbone, phosphore et soufre. Le poids d'un atôme d'hydrogène est 0,125, un atôme de carbone pèse 0,75, un atôme de phosphore 1,5 et un atôme de soufre 2; d'où il suit que les composés de ces substances sont, savoir :

Gaz hydrogène percarboné, hydrogène . .	1 atôme	=0,125	+	carbone	1	atôme	=0,75
Hydrogène carboné. .	2	=0,250	+		1		=0,75
Phosphore hydrogéné.	1	=0,125	+	phosphore	1		=1,5
Phosphore bi-hydrogéné, hydrogène. .	2	=0,25	+		1		=1,5
Acide hydro-sulfuriq.	1	=0,125	+	soufre	1		=2

Le gaz hydrogène percarboné est composé de 2 volumes de carbone et de 2 volumes d'hydrogène, condensés dans 1 volume. L'hydrogène carboné est composé de 1 volume carbone et 2 volumes hydrogène, condensés dans 1 volume. Le phosphore hydrogéné est formé de 1 volume de phosphore et 1 volume d'hydrogène, condensés en 1 volume. Le phosphore bi-hydrogéné consiste dans 1 volume de phosphore et 2 volumes d'hydrogène, condensés en 1 volume. Enfin dans l'acide hydro-sulfurique, ce sont 1 volume de soufre et 1 volume d'hydrogène, condensés en 1 volume. Les pesanteurs spécifiques, telles qu'elles ont été reconnues par l'expérience, concordent d'une manière précise avec ces déterminations.

On peut conclure des faits précédemment établis, que l'alcool est un composé de gaz hydrogène percarboné et d'eau, dans la proportion de 1 volume de gaz hydrogène percarboné et de 1 volume de vapeur d'eau; tandis que les éthers sont formés de 2 volumes gaz hydrogène percarboné, combinés avec 1 volume de vapeur, de chlore ou d'un acide, suivant l'éther particulier produit.

Formation d'acide hydro-sulfurique.

C'est pendant la décomposition de l'eau par l'action composée d'un acide et d'un métal à l'état d'union avec le soufre, que la production d'acide hydro-sulfurique a ordinairement lieu. Dans ce cas, tout concourt à faciliter la combinaison. L'hydrogène est naissant, et le soufre, au moment où il se sépare du métal, n'est pas restreint, par la cohésion de ses molécules, dans sa tendance à s'unir avec l'hydrogène; mais, dans quelques cas rares, le soufre paraît avoir la propriété de décomposer l'eau, et de former en même-temps de l'acide hydro-sulfurique et de l'acide sulfurique.

L'hydrogène carboné se dégage spontanément de l'eau croupissante, et il est évidemment produit par la putréfaction de la matière végétale. Dalton a donné une explication très-ingénieuse de sa formation. Lorsque le carbone est dégagé, deux molécules de ce carbone décomposent à-la-fois deux

atômes d'eau, précisément comme dans les premiers exemples. Une molécule du carbone s'unit avec tout l'hydrogène de l'eau, et l'autre avec tout l'oxigène, de manière qu'il se forme en même-temps de l'acide carbonique et de l'hydrogène carboné.

Soient les symboles, pour l'oxigène, l'hydrogène et le carbone, ainsi qu'il suit, savoir :

Oxigène .... ○
Hydrogène.................. ⊙
Carbone .... ●

Dans ce cas, l'eau et l'hydrogène carboné seront représentés ainsi :

Eau...................... ○⊙
Hydrogène carboné............. ⊙●⊙

Et 2 atômes de carbone décomposant 2 atômes d'eau, qui sont ainsi transformés en hydrogène carboné et en acide carbonique, peuvent être figurés comme suit :

⊙●⊙........... ⊙●⊙ hydrogène carboné.
○●○ acide carbonique.

La composition du plus grand nombre des substances végétales et animales est trop compliquée pour qu'il nous soit possible de nous faire une idée exacte du mode d'union de leurs atômes.

8. Nous ne connaissons qu'un composé gazeux d'azote avec un solide. Il se combine avec le carbone, et forme le *Cyanogène*, qui, d'après les expériences de Gay-Lussac, paraît être un composé de 2 atômes de carbone et de 1 atôme d'azote. Ce composé consiste en 1 volume d'azote et 2 volumes de carbone, condensés dans 1 volume.

Action des composés gazeux sur les solides.

II. Quoique les gaz composés soient en plus grand nombre que les gaz simples, nous connaissons cependant beaucoup moins de leurs combinaisons avec les solides ; surtout si l'on en excepte les sels que forment les gaz acides avec les alcalis, les terres et les oxides métalliques, ainsi que ceux que produit l'ammoniaque avec les acides solides.

Dans la plupart des cas, lorsque les solides agissent sur les gaz composés, le résultat est une décomposition, et les élémens du gaz se combinent d'une manière différente. Ainsi le protoxide d'azote, les acides nitrique et chlorique sont dé-

composés par le carbone, le phosphore, le soufre, et par un grand nombre des métaux. Le deutoxide d'azote est décomposé par le carbone et par le phosphore à l'aide d'une chaleur suffisante, l'acide sulfureux par quelques-uns des métaux, et probablement encore par le carbone. L'acide carbonique est décomposé dans de certaines circonstances par le phosphore.

Mais il arrive très-souvent que des solides n'ont aucune action sur des gaz composés, comme c'est le cas avec la plupart des composés gazeux de carbone et plusieurs autres. Je ne me rappelle à présent, que les quatre exemples suivans de combinaison directe d'un gaz composé avec une base solide, ce sont, savoir :

Acide carbonique et charbon.

On a vu, par les expériences de Cruikshanks, ainsi que par celles de Clément et Desormes, qu'en faisant traverser du charbon rouge de feu par de l'acide carbonique, cet acide est converti en oxide de carbone. Mais l'acide carbonique étant un composé de 2 atômes d'oxigène et de 1 atôme de carbone, et l'oxide de carbone résultant de l'union de 1 atôme d'oxigène avec 1 atôme de carbone, il est évident que, dans ce cas, un atôme de carbone doit s'être combiné avec chaque atôme d'acide carbonique. Ce résultat de l'expérience n'est pas facile à expliquer. L'acide est un produit de combustion, tandis que l'oxide est un combustible. Cela nous porterait à penser qu'il n'y a que la portion de carbone prise en plus qui soit susceptible de combustion, s'il était possible de rendre raison de la diminution de pesanteur spécifique par une toute autre supposition que celle de l'union d'une dose additionnelle de calorique.

Gaz ammoniac et charbon.

Le second exemple est à-peu-près semblable. Schéele reconnut, ce qui a été vérifié depuis par les expériences de Clouet et autres chimistes français, qu'en faisant passer du gaz ammoniacal à travers du charbon rouge de feu, il y a formation d'acide prussique, ou hydrocyanique; mais l'acide hydrocyanique est un composé de 2 atômes de carbone, 1 atôme d'azote et 1 atôme d'hydrogène, tandis que l'ammoniaque est formée de 1 atôme azote et de 3 atômes d'hydrogène; nous devons donc supposer que 3 atômes de carbone agissent sur chaque atôme d'ammoniaque. Un de ces atômes s'unit avec 2 des atômes d'hydrogène dans l'ammoniaque, ce qui constitue l'hydrogène carboné; et les 2 autres atômes

de carbone s'unissent à l'atôme restant d'azote, et à l'atôme d'hydrogène dans l'ammoniaque, formant un atôme d'acide hydrocyanique.

Le troisième exemple consiste dans la combinaison de l'acide hydro-sulfurique et du soufre, et la formation du sulfure hydrogéné lorsque l'acide hydro-sulfurique et le soufre sont dégagés en même-temps l'un et l'autre d'un alcali.

La propriété qu'a le gaz acide hydro-sulfurique de dissoudre le phosphore, constitue le quatrième exemple.

CHAPITRE III.

Des Liquides.

Il a été suffisamment reconnu que l'état de la plupart des corps dépend de la température; que les solides peuvent être convertis en liquides en les chauffant, et les liquides en solides en les refroidissant. Cet état de solidité ou de liquidité *influe* considérablement sur la combinaison des corps entre eux. A la température ordinaire de l'atmosphère, certains corps sont constamment solides et d'autres toujours liquides. Comme c'est ordinairement à cette température qu'on en fait usage, c'est d'elle qu'ils ont reçu leur domination caractéristique; ainsi on n'appelle corps liquides que ceux qui le sont à la température moyenne de l'air. Après avoir présenté d'abord dans ce chapitre quelques remarques préliminaires sur la constitution des liquides, nous considérerons jusqu'à quel point l'état de liquidité peut affecter l'union de ces corps entre eux et avec les solides. Le sujet se divise ainsi en trois objets principaux, dont il sera traité dans chacune des trois sections suivantes:

1. La constitution des liquides.
2. La combinaison des liquides entre eux.
3. La combinaison des liquides avec les solides.

SECTION PREMIÈRE.

De la Constitution des Liquides.

Définition.

Un corps *fluide* est, suivant Newton, celui dont les parties cèdent à toute force quelconque qui leur est imprimée, quelque faible qu'on la suppose, et se meuvent ainsi facilement et librement entre elles*. On a fait des objections contre cette définition; mais on ne lui en a pas substitué de meilleure. Les fluides ont été partagés en deux classes; dans la première, on a rangé ceux qui sont *élastiques* ou qui, diminuant de volume en raison de la pression qu'ils éprouvent, le reprennent aussitôt dès que cette force cesse d'agir sur eux. La seconde classe se compose des fluides *non élastiques* ou de ceux dont le volume ne diminue pas sensiblement par la pression. On a appelé *air*, ou *gaz*, les fluides de la première classe, et on a donné le nom de *liquides* à ceux de la seconde.

1. Ainsi donc un *liquide* est un fluide qui ne manifeste pas sensiblement d'élasticité, dont les parties obéissent à la plus légère impression, et se meuvent entre elles; mais nous ne connaissons pas de corps qui soit parfaitement liquide. Les molécules de tous ceux de cette nature opposent une résistance sensible à une force qui les presse, ou ont un certain degré de *viscosité*.

Cause de fluidité.

On a fait peu de progrès dans la recherche de la cause réelle de fluidité. Quelques physiciens ont supposé que les atômes des liquides consistent dans des sphères d'une ténuité extrême, parfaitement polies : mais cette hypothèse ne suffirait pas seule pour rendre raison des propriétés mécaniques des liquides. D'autres ont considéré la différence qui existe entre les solides et les liquides, comme provenant de ce que les molécules de ces derniers corps sont toujours en mouvement, tandis que celles des corps solides sont constamment en repos; mais cette opinion ne s'accorde pas davantage avec les phénomènes.

* Fluidum est corpus, omnes cujus partes cedunt vi cuicumque illatæ, et cedendo facilè moventur inter se. Principia. Lib. II, sect. 5.

Il est bien évident, qu'à raison de la facilité avec laquelle les molécules des liquides se meuvent entre elles, ces corps ne doivent éprouver que peu ou point de résistance de la part de leurs propres molécules; tandis que la propriété que toutes ces molécules ont de se réunir en gouttes, démontre qu'elles agissent toutes les unes sur les autres, et s'attirent entre elles. Il s'ensuit, que la forme de ces molécules doit être telle qu'elles puissent se mouvoir librement entre elles sans qu'il en résulte d'altération dans leur action réciproque; ou, ce qui est la même chose, dans leurs distances relatives entre elles. Or, il a été prouvé en mathématiques que cette propriété appartient aux sphères. On en a donc dû conclure, que les molécules des liquides sont de forme sphérique, et que la viscosité résulte du défaut de sphéricité parfaite.

2. Les propriétés mécaniques les plus importantes des liquides dépendent de cette mobilité de leurs molécules, en vertu de laquelle elles propagent la pression dans tous les sens ; mais la considération de ces propriétés appartient à la science de l'hydrostatique et de l'hydraulique.

Cohésion des liquides.

3. Il y a cohésion entre les molécules des liquides, comme entre celles des solides, et cette force varie considérablement dans différens liquides. C'est ainsi que la cohésion du mercure est beaucoup plus considérable que celle de l'eau. Si cette cohésion entre les molécules des liquides ne s'oppose point à leur séparation comme elle produit cet effet à l'égard de celles des solides, c'est qu'à raison de la mobilité de ces molécules sans aucun changement dans leurs distances relatives, elles obéissent à l'action de la gravitation en glissant les unes sur les autres, de manière que le nombre de celles qui supportent la cohésion, diminue continuellement jusqu'à ce qu'il devienne trop faible pour résister à la force opposante. La force de cohésion des liquides n'empêchant pas le mouvement des molécules dont ils sont composés, elle n'est point un obstacle à la combinaison de ces corps avec d'autres, à moins seulement que l'effet de cette combinaison ne fût d'altérer les distances relatives des molécules du liquide ou la forme de ces molécules.

Les liquides sont compressibles.

4. Quoique les liquides ne soient pas sensiblement comprimés, comme les gaz, par l'application d'une force extérieure ou par leur propre poids, on s'est cependant assuré qu'ils éprouvent une certaine diminution de volume qui peut

être rendue appréciable au moyen d'un appareil convenable. Dans une suite d'expériences sur ce sujet, M. Canton trouva que des liquides soustraits à la pression de l'atmosphère éprouvaient une certaine expansion, et qu'ils étaient proportionnellement comprimés lorsque cette pression atmosphérique était doublée. La table qui suit indique l'augmentation de volume qu'éprouvent plusieurs liquides essayés par ce savant, lorsque la pression de l'atmosphère est soustraite en les plaçant dans le vide, ou leur diminution de volume lorsqu'ils sont soumis à la pression d'une atmosphère double*.

Mercure.............	0,000003
Eau de mer..........	0,000040
Eau de pluie.........	0,000046
Huile d'olive........	0,000048
Alcool..............	0,000066

Ces expériences sont susceptibles sans doute de quelques objections; mais, tout considéré, il serait difficile d'en expliquer les résultats sans supposer la compressibilité des liquides; lorsque, surtout, Zimmerman en a obtenu de semblables de quelques-unes des expériences qu'il a répétées en opérant d'une manière différente.

5. Les liquides pris individuellement sont en grand nombre; mais comme beaucoup d'entre eux constituent des classes de corps qui jouissent de propriétés semblables, on peut les considérer collectivement, et sous ce point de vue ils sont peu nombreux. On a formé la table suivante de la liste de tous les liquides rangés dans l'ordre de leur composition.

Liste des liquides.

I. Simple.

1. Mercure.

II. Composés.

a. Gaz simples combinés.

2. Eau.
3. Acide nitrique.

b. Gaz avec base solide.

4. Acide sulfurique.
5. Alcool.
6. Ethers.

(*) Phil. Franc. LII. et LIV. N'ayant pas sous la main ces volum., j'ai formé la table d'après Cavallo's *Natural Philosophy*. II, 23.

7. Huiles volatiles.
8. Huiles fixes.
9. Pétrole.
10. Sulfure hydrogéné.
11. Bi-chlorure d'étain.

c. Solides combinés.

12. Phosphure de soufre.
13. Sulfure de carbone.

6. En excluant le mercure de cette liste, alors tous les liquides connus seraient des composés. Les différences entre leurs pesanteurs spécifiques seraient aussi très-peu considérables comparativement à celles qui existent entre les gaz et les solides. On a établi, dans la table qui suit, les pesanteurs spécifiques respectives des liquides à la température de 1C° centigr. celle de l'eau étant supposée = 1,000.

Leur pesanteur spécifique.

Liquides.	Pesanteur spécifique.
Eau.	1,000
Ethers, de	0,632 à 0,900
Pétrole, de.	0,730 à 0,878
Huiles volatiles, de . . .	0,792 à 1,094
Alcool.	0,794
Huiles fixes, de.	0,913 à 0,968
Sulfure hydrogéné. . . .	»
Sulfure de carbone. . . .	1,272
Acide nitrique	1,583
Acide sulfurique	1,885
Phosphure de soufre. . .	»
Bi-chlorure d'étain. . . .	»
Mercure.	13,568

7. Cette différence, dans la pesanteur spécifique des liquides, doit provenir de celle qui peut exister soit dans la densité des atômes dont ces liquides sont formés, soit dans la distance des atômes qui constituent chaque liquide. Elle est probablement due à l'une et à l'autre de ces causes, mais c'est la dernière qui agit le plus puissamment.

8. Il a été démontré que les molécules des liquides doivent leur état de fluidité à leur combinaison avec le calorique, et qu'elles sont toutes des composés du calorique avec une base solide. Ces molécules diffèrent essentiellement de celles des gaz en ce qu'elles manquent de cette élasticité que produit la répulsion mutuelle qui existe entre les molécules

des gaz. Les molécules des liquides, au-lieu de se repousser ont entre elles une certaine cohérence qui s'oppose à leur plus grande séparation. Cette force de cohésion est en rapport avec la densité des liquides et avec la difficulté de les convertir en vapeurs ; et en effet, elle semble dépendre de ces deux choses. On peut concevoir avec Boscovich que les atômes des liquides sont placés dans la limite entre l'attraction et la répulsion. Leurs atômes ne peuvent être forcés de s'approcher de plus près entre eux, sans éprouver une répulsion de l'augmentation d'action du calorique combiné ; ces atômes ne peuvent être séparés davantage sans éprouver une attraction résultant de l'action diminuée du calorique combiné, comparée à celle des molécules attirantes. Les distances des atômes sont tellement réglées que les forces d'attraction et de répulsion qui agissent à-la-fois sur eux se contre-balancent l'une et l'autre; tandis que la forme de ces atômes est telle qu'ils peuvent se mouvoir librement entre eux sans altération dans ces distances. C'est ce qui constitue réellement leur état de fluidité.

La plupart des liquides contiennent l'*eau* comme ingrédient ; c'est par elle aussi que beaucoup de corps solides sont rendus liquides ; mais on n'a pas prétendu que la présence de l'eau fût essentielle à la fluidité ainsi qu'on l'a fait relativement à l'état gazeux des corps.

SECTION II.

De l'Action des Liquides entre eux.

L'ACTION que produit le mélange des corps liquides varie selon la nature des substances qui le composent. 1. Quelques-uns *se dissolvent* entre eux dans toute proportion quelconque ; ainsi que cela arrive à l'égard du plus grand nombre des gaz, lorsqu'on les mêle ensemble. 2. Quelques-uns s'unissent dans de certaines proportions déterminées. 3. D'autres, qui ne paraissent avoir aucune action sensible les uns sur les autres, se séparent de nouveau après leur mélange, quelqu'exact qu'il soit. 4. Enfin il en est qui se décomposent réciproquement. Nous allons considérer ces différens modes d'action.

1. Les liquides qui peuvent se mêler ensemble en toute proportion, et qui une fois que ce mélange est opéré ne peuvent plus se séparer spontanément, sont, savoir : Liquides qui peuvent être mêlé en toute proportion.

Eau avec............	Alcool. Acide nitrique. Acide sulfurique.
Alcool avec........	Ether.
Acide sulfurique avec ..	Acide nitrique.
Huiles fixes avec.....	Pétrole. Huiles volatiles. Huiles fixes.
Huiles volatiles avec. .	Pétrole. Huiles volatiles.

2. Lorsque ces liquides sont mis en contact ils se pénètrent mutuellement, peu-à-peu et lentement; et à la longue chacun d'eux se distribue également à travers le mélange ; de manière qu'en prenant une portion quelconque du mélange, on le trouvera contenir des proportions égales de l'un et de l'autre des liquides mêlés. La différence de pesanteur spécifique n'est point un obstacle à ce mélange uniforme, quoiqu'elle influe considérablement sur la durée du temps nécessaire pour qu'il s'opère complètement. Si c'est le liquide le plus dense qui se trouve placé le plus au-dessus, le mélange est très-prompt ; il sera excessivement lent s'il est le plus au-dessous ; il pourra, dans beaucoup de circonstances, s'écouler des semaines ou même des mois avant qu'il se soit entièrement effectué. L'agitation produit en quelques minutes un mélange sensiblement égal ; quoiqu'il y ait lieu de croire qu'il n'est pas d'abord aussi intime qu'il le devient par la suite. C'est ce que prouve l'opacité partielle ou le trouble de la liqueur à l'instant du mélange de l'eau avec l'alcool, de l'eau avec l'acide sulfurique. On a même avancé que la densité d'un mélange d'acide sulfurique et d'eau augmentait un peu après avoir été gardé pendant quelques jours ; mais je ne me suis point aperçu que cet effet eût lieu sur deux liquides bien agités en les mêlant, quoique ma balance soit assez délicate pour indiquer une augmentation d'un 0,000005.

3. Le mélange de deux liquides, une fois qu'il est complètement opéré, soit par l'agitation, soit par un long contact, Le mélange forme un composé homogène.

présente tous les caractères d'un composé homogène, et ces liquides ne peuvent plus être ensuite séparés l'un de l'autre. Cette loi générale n'est pourtant pas sans quelques exceptions, quoique je présume qu'elles ne sont qu'apparentes. Lorsqu'on met des *esprits* ordinaires dans de grands vaisseaux, il est bien connu que la portion du liquide qui se trouve à la partie supérieure du vaisseau est souvent d'une pesanteur spécifique moindre que celle qui est vers le fond. Si, dans le vaisseau, on met une boule de verre soufflée d'une pesanteur spécifique à-peu-près égale à celle de tels esprits, elle s'arrête toujours à une certaine profondeur particulière dans le liquide; d'où il suit que la portion au-dessus de la boule est plus légère qu'elle, tandis que celle au-dessous est plus pesante. On ne s'est pas bien exactement assuré si cette différence dans la pesanteur spécifique a lieu lorsque les esprits ont été bien agités; je n'ai pas remarqué une semblable séparation dans de l'alcool fort. Si elle a toujours lieu dans de l'alcool faible, elle indique une disposition dans ce liquide à ne s'unir à l'eau que dans de certaines proportions. On assure l'avoir aussi observée dans l'acide sulfurique: je présume que c'était dans de l'acide sulfurique du commerce, qui tient toujours en dissolution, ou plutôt en suspension, des substances salines qui se rassemblent souvent en quantités sensibles au fond d'un grand vaisseau rempli de cet acide.

L'union des liquides est accompagnée de chaleur et de condensation.

4. L'union des liquides entre eux n'a jamais lieu sans dégagement de calorique et sans qu'il en résulte un certain degré de condensation; car la pesanteur spécifique du mélange est toujours plus considérable que celle moyenne des deux liquides séparément. Il y a production très-considérable de chaleur par le mélange de l'eau avec les acides sulfurique ou nitrique, de même que par celui de ces acides entre eux. Le dégagement de calorique est très-sensible aussi lorsqu'on mêle de l'alcool et de l'eau; mais dans les autres cas, on ne l'a pas observé. L'effet de la condensation semble être inséparable de celui du calorique dégagé, quoique d'après les expériences faites jusqu'à présent il ne paraisse pas que ces deux effets soient proportionnels l'un à l'autre. Ils varient suivant les quantités des liquides mêlés; mais on a trouvé que ces quantités étant égales, la condensation des mélanges semble toujours être la plus grande, tandis qu'il n'en est pas toujours de même à l'égard du calorique dégagé. Ainsi c'est dans la

proportion d'une partie d'eau sur quatre d'acide sulfurique que le mélange de ces deux liquides produit le plus de chaleur.

La table qui suit présente l'augmentation de densité, de mélanges dans des proportions diverses en poids d'acide sulfurique de 2,00 de pesanteur spécifique et d'eau, calculée par Kirwan d'après ses propres expériences.

Condensation de mélanges d'acide sulfurique et d'eau.

Acide sulfurique.	Eau.	Augment. de densité.
5.	95.	0,0252
10.	90.	0,0679
15.	85.	0,0679
20.	80.	0,0856
25.	75.	0,0999
30.	70.	0,1119
35.	65.	0,1213
40.	60.	0,1279
45.	55.	0,1319
50.	50.	0,1333

On voit par cette table, que, par un mélange à parties égales d'acide sulfurique et d'eau, la densité est augmentée des 0,13. Kirwan s'est également assuré que des proportions égales d'eau et d'acide nitrique, d'une pesanteur spécifique de 1,5543, mêlés ensemble, produisent un accroissement de densité égale aux 0,083 du poids total des liquides. Suivant Lowitz, la pesanteur spécifique d'un mélange d'eau et d'alcool pur, à poids égaux, est 0,917, lorsqu'elle ne devrait être que de 0,886, et que par conséquent il y a augmentation de densité de plus des 0,035 du tout. L'accroissement de densité est probablement plus considérable encore dans un mélange d'alcool et d'éther; mais on n'a point fait d'expériences exactes sur la détermination de cette condensation, non plus que de celles que peuvent produire les mélanges des huiles entre elles et avec le pétrole, ou ceux des acides nitrique et sulfurique.

Les liquides se dissolvent entre eux.

5. Ainsi il paraît que l'union de ces liquides entre eux présente bien réellement tout ce qui caractérise une combinaison chimique. Il y a augmentation de densité, dégagement de calorique, le mélange devient parfaitement uniforme dans toutes ses parties, la séparation des liquides ne peut avoir lieu spontanément, et ne peut être opérée que par des moyens purement chimiques. On doit donc considérer cette

union comme un cas d'affinité chimique. Mais comme le changement des propriétés est beaucoup moins sensible dans l'union des liquides entre eux que dans la formation de beaucoup d'autres composés ; que la combinaison n'a lieu que lentement, et qu'en général les parties qui la constituent peuvent être de nouveau séparées par la distillation, il est évident que l'affinité en vertu de laquelle ces corps s'unissent est beaucoup plus faible que celle qui produit un grand nombre d'autres combinaisons. C'est par cette raison que Berthollet a désigné cette affinité par le terme de *dissolution,* terme dont il s'est servi pour désigner une grande variété de combinaisons faibles.

Liquides qui dissolvent des quantités déterminées d'autres liquides.

II. On a formé la table qui suit de la liste des liquides qui ne s'unissent les uns aux autres que dans de certaines proportions.

Eau avec.............	éther. huiles volatiles. sulfure de carbone.
Alcool avec...........	huiles volatiles. pétrole. sulfure hydrogéné ? phosphure de soufre ?
Ether avec............	huiles volatiles. pétrole.
Huiles volatiles avec.....	pétrole.

1. Les expériences faites jusqu'à présent sur les dissolutions des liquides par l'eau, l'alcool, l'éther et les huiles volatiles, n'ont été ni assez multipliées, ni assez précises pour nous mettre en état d'établir d'une manière exacte dans quelles proportions elles ont lieu. Il a été cependant reconnu que ces proportions sont limitées, et que chaque substance a un degré de solubilité qui lui est particulier.

L'eau, suivant les expériences de Lauraguais, dissout les 0,10 de son volume d'*éther sulfurique ;* mais il y a lieu de croire que la proportion n'en est pas aussi considérable. Il fallait que l'éther essayé contînt de l'alcool, les chimistes ne connaissant pas encore, à l'époque où ces expériences furent faites, le moyen d'opérer la séparation des deux liquides. Or, toutes les fois que de l'éther contenant de l'alcool est mêlé avec de l'eau, ce liquide prend une proportion considérable

de l'alcool, sans que cela influe en rien sur la solubilité de l'éther.

Les huiles volatiles ne sont solubles qu'en très-petites quantités par l'eau. Elles communiquent leur odeur à ce liquide, mais à peine aucune autre de leurs propriétés.

2. L'alcool dissout les huiles volatiles en proportion considérable; mais cette proportion est pour chacune de ces huiles, limitée et particulière. Ce liquide ne dissout qu'une petite quantité de pétrole. Je ne connais pas l'effet qu'il produit sur les deux autres substances contenues dans la table; elles n'y sont placées que par analogie.

L'action de l'éther sur les huiles volatiles et sur le pétrole est considérable.

3. L'affinité de cette seconde suite de liquides entre eux semble être plus faible que celle qui existe entre les liquides qui s'unissent en toutes proportions; car ces derniers décomposent généralement les premiers. Ainsi, lorsque de l'alcool, tenant une huile volatile en dissolution, est mis dans l'eau, la plus grande partie de l'huile se sépare, tandis que l'alcool s'unit à l'eau.

Il semble que c'est la faiblesse d'affinité, réunie à la différence de cohésion des molécules des deux liquides, qui limitent la combinaison à de certaines proportions.

Liquides qui n'exercent pas d'action sensible entre eux.

III. Les liquides qui ne se combinent pas sensiblement dans une proportion quelconque, sont en très-grand nombre; les plus remarquables dans cette classe sont:

Eau avec	pétrole. huiles fixes. soufre hydrogéné.
Huiles fixes avec.	alcool. éther.
Mercure avec.	eau. alcool. éther huiles volatiles. pétrole.

L'action des liquides entre eux a été expliquée d'une manière très-satisfaisante par Berthollet. Lorsque l'affinité de deux liquides n'est pas suffisante pour contrebalancer la résistance qui résulte de la cohésion entre les

molécules, ou de la différence de leur pesanteur spécifique, ces liquides ne peuvent se combiner. Dans ces cas, cependant, les liquides manifestent quelquefois un certain degré d'affinité, mais elle n'est pas assez forte pour produire la combinaison. Ainsi l'huile se répand sur la surface de l'eau, et y adhère, comme l'eau reste à la surface d'un solide qu'elle mouille *.

Les liquides se décomposent réciproquement.

IV. Lorqu'un liquide a une affinité marquée pour l'un ou pour un plus grand nombre des principes constituans d'un liquide, dans leur état de séparation, mais sans en avoir pour le liquide lui-même, il arrive souvent, si ce liquide n'est pas très-dense, qu'il le décompose, et qu'il forme, en se combinant avec ses constituans, des composés nouveaux. Les principaux liquides qui se décomposent mutuellement sont :

L'eau par le phosphure de soufre.

L'acide nitrique par tous les liquides, excepté l'eau et l'acide sulfurique.

L'acide sulfurique par tous les liquides, excepté l'eau et l'acide nitrique.

Le phosphure de soufre décompose l'eau par degrés; il y a dégagement de gaz acide hydro-sulfurique et de gaz hydrogène phosphoré, et, sans aucun doute, formation d'acides sulfurique et phosphorique. Cette décomposition remarquable, que facilite beaucoup l'élévation de température, semble être l'effet de l'action d'une molécule du phosphure sur deux atômes d'eau à-la-fois.

Les décompositions produites par les acides nitrique et sulfurique sont très-curieuses; mais elles sont toutes trop compliquées pour qu'il soit possible, dans l'état actuel de la science, d'en donner une explication satisfaisante.

Action des solides rendus liquides.

V. Lorsque des corps solides sont mis à l'état liquide ou par le calorique, ou par tout autre moyen quelconque, ils se comportent entre eux comme les liquides ordinaires; leur action réciproque est modifiée par le degré d'affinité. Quelques-uns de ces corps ainsi devenus liquides s'unissent en toutes proportions, comme la plupart des métaux, les huiles solides, les résines, etc. Cette union n'a lieu pour d'autres, comme entre l'étain et le fer, entre le plomb et le fer, ainsi qu'entre différens sels, que dans de certaines proportions. Il en

* Statique chimique. I, 41.

est qui, comme le zinc et le cobalt, le bismuth et le cobalt, refusent de se combiner; et d'autres, tels que le nitrate de potasse et le soufre, le nitrate de potasse et le phosphore, qui se décomposent mutuellement.

Dans ces cas, non-seulement l'affinité, mais encore la tendance du nouveau composé, ou de quelques-unes de ses parties constituantes, à prendre l'état solide, influent sur la proportion des ingrédiens qui entrent en combinaison.

SECTION III.

De la Combinaison de Liquides avec des Solides.

En traitant de la combinaison de liquides avec des solides, nous pouvons nous abstenir de parler de trois de ces liquides, *le sulfure hydrogéné*, *le phosphure de soufre* et *le bichlorure d'étain*. L'action trop circonscrite de ces corps, et le défaut d'expériences exactes sur ce qui les concerne, ne nous laissent aucune observation à présenter. Il en est deux autres dont l'action sur un grand nombre de solides est très-énergique; mais comme ce mode d'action est absolument semblable à celui qu'exerce une classe de corps que nous prendrons en considération dans le chapitre suivant, nous avons pensé qu'il convenait d'en différer l'examen jusqu'à ce que nous en soyons venus à considérer particulièrement l'action des acides. Ces deux liquides sont les *acides sulfurique* et *nitrique*. Il n'en reste donc que sept, savoir :

L'eau.	Les huiles volatiles.
L'alcool.	Les huiles fixes.
L'éther.	Le mercure.
Le pétrole.	

De ces sept liquides l'eau est celui dont l'action, comme la plus générale, a été étudiée avec le plus de soin. L'action de ce liquide sera donc le premier objet de nos considérations : quelques observations suffiront pour les autres.

I. L'eau a de l'affinité pour un très-grand nombre de corps, Eau.
et en général sa présence facilite singulièrement l'action des substances les unes sur les autres; il en résulte que ce liquide

est presque toujours d'un emploi indispensable, lorsqu'on a des combinaisons ou des décompositions à opérer artificiellement.

L'eau s'unit avec les solides dans deux états.

1. L'eau, ainsi qu'on l'a déjà observé, a la propriété d'entrer en combinaison avec les corps solides de deux manières différentes. Dans l'une, le composé continue d'être solide; dans l'autre, il devient liquide. Dans la première de ces deux espèces de combinaisons, le solide étant en proportion plus grande que le liquide, la cohésion de ses molécules n'est pas détruite; dans la seconde espèce de combinaisons, la proportion la plus considérable étant celle du liquide, il donne au composé l'état de liquidité qui lui est propre.

1. Hydrates.

Proust a distingué les combinaisons de la première sorte par le nom d'*hydrates*. Un hydrate est un composé d'un corps solide et d'eau, conservant encore l'état solide. Les corps solides qui sont susceptibles de former cette espèce de combinaison avec l'eau, sont les suivans :

Table des hydrates.

1. Soufre. L'hydrate de cette substance est une poudre d'un jaune soufre très-pâle, qu'on appelle ordinairement *lait de soufre*. On trouve souvent le soufre natif dans cet état.

2. Oxides métalliques. Les hydrates de ces corps sont des poudres remarquables par l'intensité de leurs couleurs. Leur saveur est généralement forte, et les acides ou les dissolutions alcalines agissent aisément sur elles.

3. Les terres. Ces hydrates sont des poudres, et dans quelque cas des cristaux.

4. Les alcalis fixes. Les hydrates de ces corps sont ce qu'on appelle ordinairement les cristaux d'alcalis.

5. Tous les acides qui peuvent être mis à l'état solide, ce qui a lieu pour cette classe entière de corps, à l'exception de 13. Ces hydrates sont ce qu'on désigne ordinairement par la dénomination d'*acides cristallisés*.

6. La classe des sels en totalité, excepté ceux qui ne contiennent point d'eau de cristallisation. Les hydrates des sels sont les *cristaux salins* pour ceux des corps de ce genre capables de prendre cette forme; ce sont des poudres ou des masses solides pour ceux qui ne cristallisent pas.

7. Tous les hydro-sulfates qui peuvent prendre l'état solide. Leurs hydrates sont des hydro sulfates cristallisés.

8. Un grand nombre de combinaisons terreuses. L'eau existe comme partie constituante dans beaucoup de combi-

naisons des terres qu'on rencontre dans la nature ; mais ces combinaisons ont été jusqu'à présent trop peu examinées, pour que nous puissions nous permettre de donner une liste de semblables hydrates natifs.

9. Savons. L'eau est partie constituante de tous les savons. Il n'est donc pas tout-à-fait exact de dire que le savon se combine avec l'eau et forme un hydrate. Ce corps est lui-même un hydrate, et nous n'avons point de terme pour désigner le savon privé d'eau, s'il est possible qu'un semblable composé existe.

10. Le tannin, et beaucoup de solides animaux et végétaux.

Dans les huit premières classes d'hydrates établies dans cette liste, la proportion de l'eau semble être déterminée, ou à-peu-près; mais il ne paraît pas qu'il en soit ainsi à l'égard des deux dernières classes.

On a appelé *dissolution* des corps solides dans l'eau, les combinaisons de la seconde espèce que l'eau forme avec ces corps. Les corps que ce liquide dissout ne sont pas en aussi grand nombre que ceux avec lesquels il forme des *hydrates*. Ce sont ceux, à l'exception du soufre, contenus dans la liste précédente, la plupart des oxides métalliques, des terres, beaucoup de sels, et presque toutes les combinaisons terreuses. Dans ces combinaisons il y a un minimum de proportion d'eau nécessaire pour opérer la dissolution du solide; mais au-delà de cette quantité indispensable, celle du liquide peut être augmentée à volonté. **2. Dissolutions**

2. L'action de l'eau sur les corps solides a été expliquée d'une manière très-lumineuse par Berthollet *. Ce liquide a évidemment de l'affinité pour tous ceux des corps avec lesquels il peut se combiner; mais l'affinité est mutuelle; et on peut tout aussi convenablement considérer le solide comme agissant sur le liquide, que d'attribuer cette action au liquide sur le solide. Elle s'exerce réciproquement et dans le même temps; mais, par chacun de ces corps, avec une force qui sera proportionnelle à sa masse. Or une circonstance particulière de l'action des liquides sur les solides, c'est qu'elle ne peut avoir lieu qu'au point de contact, ou au-moins tout près de ce point. Il importe donc alors fort peu, en ce qui **Explication de l'action de l'eau sur les solides.**

* Statique chimique. I, 35.

concerne la masse, que l'action sur le solide s'exerce par une grande ou une petite quantité du liquide, puisque dans l'un et l'autre cas, les points de contact, et par conséquent la sphère d'activité du liquide sont les mêmes.

Lorsqu'un corps solide, alors, est plongé dans un liquide pour lequel il a de l'affinité, l'action est toujours limitée à une très-petite portion, quelle que puisse être la quantité de ce liquide. Il s'ensuit que le liquide n'est pas d'abord capable de détruire la cohésion du solide. Celui-ci s'en imbibe, s'y combine, tandis que de nouvelles portions du liquide viennent en contact et commencent à exercer leur action. Si l'affinité entre le solide et le liquide est faible, la combinaison n'a lieu que jusqu'à ce que la force d'affinité soit tellement diminuée par la quantité d'eau déjà unie, qu'elle ne soit plus capable de vaincre celle de cohésion des molécules du solide. Alors ces deux forces restent nécessairement stationnaires, et le composé continue d'être solide. C'est ainsi que, par son action sur de tels solides qu'elle ne peut dissoudre, l'eau n'est capable de former qu'un *hydrate*.

S'il existe une grande affinité entre l'eau et le solide, de nouvelles doses de ce liquide continuent de se combiner avec les atômes du solide, et ces atômes sont ainsi séparés de plus en plus loin les uns des autres ; mais à mesure que cette distance s'accroît, la force de cohésion va toujours en diminuant, tandis que le liquide, par l'augmentation de sa masse, devient capable d'agir avec une énergie d'autant plus grande. La cohésion du solide sera donc graduellement détruite; ses molécules se trouveront placées à de trop grandes distances les unes des autres, et dispersées également à travers le liquide; et c'est cet effet produit qu'on a appelé la dissolution du solide.

Si on ajoute une nouvelle quantité du solide après qu'une portion en a été ainsi dissoute par le liquide, cette dose additionnelle le sera de la même manière. Mais au moyen de cette portion du solide ajouté, les molécules du solide dissous se trouveront rapprochées entre elles dans le liquide, leur masse s'accroîtra relativement à celle du liquide, elles agiront donc avec plus de force sur lui; d'où il suit que le liquide n'en pourra exercer qu'une plus faible sur les nouvelles portions du solide. En continuant d'en ajouter ainsi jusqu'à ce que l'action du liquide soit assez affaiblie pour ne

pouvoir plus vaincre la force de cohésion du solide, alors il refusera d'en dissoudre davantage toute quantité quelconque. Lorsqu'un liquide, dans sa dissolution d'un solide, est arrivé à cepoint, on le dit *saturé* de ce corps. Si l'on supposait que la dissolution continuât d'avoir lieu, les molécules du solide dissous se trouveraient rapprochées de si près les unes des autres, que leur force de cohésion l'emporterait sur celle de l'affinité du liquide pour elles : ces molécules céderaient donc en partie à cette force de cohésion, et il se reformerait une nouvelle portion du solide. La saturation d'un fluide ne résulte donc pas alors de ce que son affinité pour le solide est satisfaite, mais de ce qu'elle n'est pas supérieure à la force de la tendance à la cohésion des molécules combinées. Or, lorsqu'un liquide est saturé d'un solide, si on parvient, par un moyen quelconque, à enlever une portion de ce liquide, la force de cohésion des molécules du solide devra reprendre la supériorité; il en résultera qu'elles s'uniront et formeront de nouveau des corps solides jusqu'à ce que leur nombre soit assez diminué pour que leur attraction mutuelle se trouve encore une autre fois contrebalancée par l'affinité du liquide. C'est ainsi que l'évaporation des liquides donne lieu à la cristallisation des corps qu'ils tiennent en dissolution.

Si l'affinité entre l'eau et le solide n'est pas suffisante pour altérer en aucune manière la cohésion des molécules du solide, il n'y aura point de combinaison de l'eau avec ce corps, elle ne fera que mouiller sa surface; et si l'affinité de l'eau pour le solide est encore plus faible que celle réciproque des molécules de ce liquide, alors il n'humectera même pas la surface du corps. Telle est, en raccourci, l'explication qu'a donnée Berthollet de l'action réciproque de l'eau et des solides.

3. La combinaison de l'eau avec les corps solides présente les phénomènes ordinaires des combinaisons chimiques : augmentation considérable de densité, et ordinairement dégagement de calorique C'est dans les hydrates que l'eau semble être à l'état d'union la plus intime; ces corps sont les plus denses, et la chaleur qui se dégage pendant leur formation est considérable. La dissolution des hydrates dans l'eau a souvent lieu plutôt avec expansion qu'avec condensation. Il y a en conséquence production de froid, et la combinaison Combinaison chimique.

du nouveau composé est beaucoup moins intime que celle de l'hydrate avant sa dissolution.

Il a été fait beaucoup d'expériences pour parvenir à déterminer la densité des dissolutions des solides dans l'eau. Mais comme on n'avait pas toujours observé la distinction entre les solides purs et les hydrates, les résultats n'en sont pas aussi satisfaisans qu'ils auraient pu l'être. Celles faites par le docteur Watson [1] et par Hassenfratz [2], me semblent devoir mériter le plus de confiance. Le docteur Watson répandit d'abord un grand jour sur ce sujet en donnant l'explication de la nature réelle de la dissolution et des changemens de densité qui l'accompagnent. Ses expériences font clairement voir la différence entre les hydrates et les solides purs dans la densité résultant de leur dissolution dans l'eau. On doit à Hassenfratz la série la plus abondante de faits qui ait encore été publiée jusqu'à présent. Il opéra sur des substances pures dans un état déterminé, de manière à rendre ses expériences comparables. Il employa généralement des hydrates; mais il a fait voir de la manière la plus évidente la différence qui existe entre les hydrates et les solides purs lorsqu'ils sont dissous dans l'eau. Les faits les plus importans reconnus par ces deux physiciens sont les suivans:

Hydrate de chaux.

4. Lorsque les corps solides forment un hydrate par leur union avec l'eau, l'augmentation de densité est quelquefois très-considérable, et il se dégage alors une grande quantité de calorique. Hassenfratz essaya cette union de l'eau avec la chaux dans des proportions diverses, et il s'assura de la pesanteur spécifique après chaque addition d'eau. On a formé la table qui suit du résultat de ces expériences curieuses sur trois différens échantillons de chaux variant dans leur pesanteur spécifique. Le poids de la chaux employée était toujours 10000.

---

[1] Phil. Trans. 1770, et Chemical Essays. V, 43.

[2] Ann. de Chim. XXVII, 116; XXVIII, 3, et 282; XXXI 284.

SÉRIES des expériences.	QUANTITÉ d'eau ajoutée à la chaux.	PESANTEUR spécifique du composé.	PESANTEUR spécifique par le calcul	DIFFÉRENCE.
Ire. . .	0. . .	1,5949	———	———
	183. . .	1,6137	1,5841	+ 296
	1620. . .	1,4877	1,5123	— 246
	3355. . .	0,7852	1,4449	— 6597
IIe. . .	0. . .	1,4558	———	———
	629. . .	1,4819	1,4292	+ 527
	1562. . .	1,4737	1,3941	+ 796
	2500. . .	1,4000	1,3646	+ 354
	5000. . .	0,8983	1,3038	— 4055
IIIe.. .	0. . .	1,3715	———	———
	312. . .	1,4506	1,3602	+ 904
	937 . .	1,4781	1,3397	+ 1384
	1875. . .	0,9727	1,3128	— 3401

Ces expériences furent faites en pesant d'abord séparément le composé, puis dans un flacon rempli de mercure; le poids de mercure déplacé donnait le volume du composé. Les premiers nombres dans chacune des séries indiquent la pesanteur spécifique de la chaux employée. On voit, par ces tables, que les premières additions d'eau augmentent réellement la pesanteur spécifique de la chaux, et que par conséquent elle a dû diminuer de volume par la combinaison. La troisième colonne indique la pesanteur spécifique qui serait résultée de la combinaison de l'eau avec la chaux, si elle avait eu lieu sans aucun changement quelconque dans la densité. La dernière colonne présente l'excès de la pesanteur spécifique réelle sur celle déduite du calcul, ou sa diminution. Ainsi, il paraît que l'hydrate de chaux est spécifiquement plus pesant que la chaux pure. La densité diminue à mesure que la proportion de l'eau augmente, jusqu'à ce qu'à la fin le composé, réduit à l'état d'une poudre fine et humide, devienne plus léger que l'eau *.

* Cette diminution de la chaux au-dessous de la densité de l'eau, nonobstant l'explication qu'en donne Hassenfratz, fondée sur le prin-

Hydrate d'alun

L'alun fournit un autre exemple satisfaisant de l'intensité de cette espèce de combinaison, qu'on a désignée par le nom d'hydrate. L'hydrate d'alun n'est autre chose que le sel en cristaux. Dans cet état, sa pesanteur spécifique, ainsi que l'a déterminé Hassenfratz, est 1,7065 ; mais lorsque le sel a été dépouillé de son eau par la calcination, cette pesanteur spécifique est réduite à 0,4229; et par conséquent la densité est devenue quadruple par la combinaison avec l'eau. La table qui suit présente l'augmentation de densité dont ce sel est susceptible dans ses diverses combinaisons avec l'eau jusqu'à l'état d'hydrate. La quantité d'alun calciné était toujours 1000.

Proportion d'eau.	Pesanteur spécifique du composé.	Pesanteur spécifique par le calcul.	Différence.
0	0,4229	«	«
322	0,5531	0,6094	— 563
404	1,1423	0,6558	+ 4865
412	1,7165	0,6606	+ 1,0559

Ici les premières additions d'eau produisent de l'expansion; mais lorsque la proportion de ce liquide ajouté devient plus considérable, il y a très-grande condensation.

La pesanteur spécifique des cristaux d'hydrate de potasse ou du nitrate de cette base, est de 1,9639 ; mais celle du nitrate de potasse dépouillé de son eau ou à l'état d'une poudre sèche, est de 1,7269 *.

---

cipe de la diminution de pesanteur spécifique par la pulvérisation, ne semble pas peu extraordinaire ; il est connu qu'une semblable poussière de chaux, lorsqu'elle est mise dans l'eau, tombe immédiatement au fond de ce liquide.

* Hassenfratz, Ann. de Chim. XXXI, 128.

Dissolution des corps dans l'eau.

5. Par la dissolution des corps solides dans l'eau, le volume du liquide augmente. La densité de la dissolution paraît être toujours plus grande que celle moyenne lorsque ce sont des solides purs qu'on emploie; mais si ces corps dissous sont à l'état d'hydrates, la pesanteur spécifique de la liqueur est plus souvent moindre que le terme moyen. C'est ce que prouvent évidemment les résultats des expériences de Hassenfratz sur la dissolution de divers sels dans l'eau; il les employa tous à l'état d'hydrates ou en cristaux, à l'exception d'un petit nombre seulement, dont il n'aurait pas été convenable de se servir ainsi. On a présenté ces différens résultats dans la table qui suit :

La première colonne indique les noms des sels; la seconde, leur pesanteur spécifique; la troisième, la pesanteur spécifique de l'eau saturée de chacun de ces sels à la température de 13° centigr.; la quatrième, le poids du sel contenu dans 1000 parties en poids de la dissolution saturée; la cinquième donne la densité des sels, en supposant la pesanteur spécifique de la dissolution saturée exactement celle moyenne. Lorsque la densité des sels, ainsi trouvée, est moindre que celle réelle, elle indique une condensation; lorsqu'elle est plus considérable, il y a eu expansion.

Table des densités.

SELS.	LEUR PESANTEUR spécifique à l'état solide, obtenue par l'expérience.	PESANTEUR spécifique de la dissolution saturée à environ 13° cent.
Sulfates, de soude	1,4457	1,060
de potasse	2,4073	1,055
d'alumine	1,7109	1,026
de magnésie	1,6603	1,294
de fer	1,8399	1,219
de zinc	1,912	1,373
de cuivre	2,1943	1,189
Hydrochlorates, de soude	2,2001	1,2 0
de potasse	1,9357	1,145
d'ammoniaque	1,5442	1,070
de chaux	1,7603	1,351
de magnésie	1,601	1,272
de barite	2,8257	1,265
de zinc	1,577	1,607
de cuivre	1,719	1,271
Nitrates, de soude	2,0964	1,231
de potasse	1,9369	1,157
de chaux	1,6207	1,143
de barite	2,9149	1,047
de zinc	2,096	1,489
de cuivre	2,174	1,530
Acétates, de soude	2,109	1,189
de chaux	1,005	1,098
de magnésie	1,378	1,252
d'alumine	1,245	1,107
de fer	1,368	1,134
de plomb	2,345	1,198
Tartrates, de soude	1,743	1,196
de potasse	1,556	1,435
Phosphate de soude	1,333	1,030
Borax	1,723	1,013
Soude du commerce	1,345	1,158
Potasse d'Amérique	1,927	1,301

SELS dans 1000 parties de la dissolution saturée.	PESANTEUR SPÉCIFIQUE des sels dans les dissolutions saturées, obtenue par le calcul.	DIFFÉRENCES.
161	1,373	72
64	1,859	548
55	1.473	237
533	1,551	109
335	1,654	185
555	1,672	240
250	1,720	474
301	1,697	503
305	1,475	461
244	1,287	257
538	1,652	108
648	1,419	182
283	1,937	988
785	1,773	+ 196
389	1,699	20
340	1,679	417
249	1,628	308
338	1,423	197
66	1,712	202
572	1,855	241
566	1,937	237
517	1,365	744
178	1,550	+ 545
500	1,504	+ 126
106	2,009	+ 764
322	1,416	+ 548
244	1,811	134
333	1,588	155
617	1,705	+ 149
80	1,381	+ 48
34	1,382	341
317	1,498	47
428	1,703	226

Dans la dernière colonne de cette table, la pesanteur spécifique calculée de celles seulement des quantités précédées du signe + excède la pesanteur réelle ; à l'égard de toutes les autres, elle est inférieure.

Table de dissolutions salines.

6. La connaissance de la proportion de sel que contiennent les dissolutions salines étant de la plus grande importance, et en chimie et dans les arts, j'ai cru devoir insérer ici la table formée par Hassenfratz de la pesanteur spécifique de dissolutions salines chargées de quantités diverses des sels à la température d'environ 13° centigr. La première colonne indique la quantité du sel contenue dans 100 parties en poids de la dissolution ; et les autres, la pesanteur spécifique de chaque dissolution ainsi imprégnée. La colonne relative à chaque sel se termine, au terme de la saturation, par l'eau de ce sel, à la température de 13° centigr. Les sels qui servirent à ces expériences étaient en général à l'état de cristaux ; celles fondamentales, d'après lesquelles la table a été calculée, paraissent avoir été faites avec précision. Les résultats s'en rapprochent de très-près de ceux obtenus par le docteur Watson*.

* Ann. de Chim. XXVII, 118; et XXVIII, 282.

PROPORTION de sel dans 100 parties de la dissolution.	PESANTEUR SPÉCIFIQUE D'EAU ET DE SULFATE DE		
	Soude.	Potasse.	Alumine.
1	1,0039	1,0086	1,0047
2	1,0078	1,0171	1,0094
3	1,0116	1,0257	1,0142
4	1,0154	1,0343	1,0189
5	1,0192	1,0429	1,0236
6	1,0230	1,0515	
7	1,0268		
8	1,0306		
9	1,0344		
10	1,0381		
11	1,0418		
12	1,0455		
12	1,0492		
14	1,0528		
15	1,0564		
16	1,0598		

Proportion de sel dans 100 parties de dissolution.	Pesanteur spécifique des combinaisons d'eau et de sulfates de Magnésie.	Fer.	Zinc.	Cuivre.
2	1,0096	1,0096	1,0080	1,0141
4	1,0192	1,0203	1,0165	1,0280
6	1,0286	1,0314	1,0255	1,0413
8	1,0379	1,0436	1,0345	1,0539
10	1,0470	1,0560	1,0440	1,0660
12	1,0555	1,0696	1,0540	1,0795
14	1,0646	1,0829	1,0665	1,0938
16	1,0711	1,0961	1,0790	1,1083
18	1,0771	1,1095	1,0915	1,1230
20	1,0860	1,1220	1,1040	1,1380
22	1,0076	1,1358	1,1165	1,1513
24	1,1092	1,1498	1,1290	1,1747
26	1,1178	1,1638	1,1420	
28	1,1324	1,1781	1,1550	
30	1,1440	1,1920	1,1680	
32	1,1557	1,2031	1,1820	
34	1,1675	......	1,1960	
36	1,1789	......	1,2100	
38	1,1905	......	1,2240	
40	1,2122	......	1,2380	
42	1,2262	......	1,2525	
44	1,2302	......	1,2680	
46	1,2432	......	1,2855	
48	1,2562	......	1,3045	
50	1,2683	......	1,3310	
52	1,2833	......	1,3485	
54	1,2973	......	1,3565	

Proportion de sel dans 100 parties de dissolution.	Pesanteur spécifique de l'eau et des hydrochlorates de				
	Soude.	Potasse.	Chlorate de Potasse.	Ammoniaque.	Barite.
1	1,0064	1,0047	1,0055	1,0029	1,0073
2	1,0128	1,0095	1,0105	1,0059	1,0146
3	1,0192	1,0143	1,0150	1,0089	1,0217
4	1,0256	1,0192	1,0193	1,0118	1,0289
5	1,0320	1,0240	1,0220	1,0149	1,0360
6	1,0384	1,0288	1,0301	1,0179	1,0430
7	1,0448	1,0338	1,0376	1,0209	1,0503
8	1,0502	1,0388	1,0460	1,0239	1,0575
9	1,0576	1,0438	1,0567	1,0269	1,0647
10	1,0640	1,0490	......	1,0300	1,0720
12	1,0775	1,0612	......	1,0358	1,0919
14	1,0910	1,0701	......	1,0416	1,1014
16	1,1045	1,0801	......	1,0474	1,1309
18	1,1182	1,0901	......	1,0532	1,1504
20	1,1320	1,1000	......	1,0590	1,1700
22	1,1462	1,1090	......	1,0642	1,1901
24	1,1608	1,1178	......	1,0693	1,2227
26	1,1760	1,1264	......	......	1,2363
28	1,1920	1,1344	......	......	1,2600
30	1,2100	1,1420	......	......	......

Proportion de sel dans 100 parties de la dissolution.	Pesanteur spécifique d'eau et d'hydrochlorates de			
	Magnésie.	Chaux	Zinc.	Cuivre.
2	1,0068	1,0125	1,0114	1,0100
4	1,0136	1,0212	1,0228	1,0206
6	1,0204	1,0319	1,0342	1,0311
8	1,0274	1,0429	1,0458	1,0425
10	1,03[illegible]0	1,0540	1,0573	1,0540
12	1,0408	1,0650	1,0687	1,0653
14	1,0476	1,0759	1,0802	1,0767
16	1,0544	1,0870	1,0966	1,0881
18	1,0612	1,0979	1,1033	1,0995
20	1,0681	1,1000	1,1150	1,1110
22	1,0751	1,1212	1,1267	1,1239
24	1,0823	1,1323	1,1382	1,1369
26	1,0895	1,1445	1,1498	1,1499
28	1,0967	1,1547	1,1614	1,1629
30	1,1040	1,1670	1,1730	1,1760
32	1,1114	1,1803	1,1864	1,1904
34	1,1190	1,1935	1,1967	1,2080
36	1,1266	1,2067	1,2106	1,2273
38	1,1343	1,2198	1,2228	1,2466
40	1,1420	1,2330	1,2360	
42	1,1507	1,2478	1,2497	
44	1,1597	1,2528	1,2639	
46	1,1686	1,2789	1,2783	
48	1,1777	1,2949	1,2927	
50	1,1870	1,3120	1,3070	
52	1,1963	1,3310	1,3244	
54	1,2068	......	1,3402	
56	1,2164	......	1,3567	
58	1,2261	......	1,3733	
60	1,2380	......	1,3900	
62	1,2507	......	1,4071	
64	1,2646	......	1,4253	
66	......	......	1,4457	
68	......	......	1,4675	
70	......	......	1,4900	
72	......	......	1,5164	
74	......	......	1,5427	
76	......	......	1,5700	
78	......	......	1,5987	

Proportion de sel dans 100 parties de dissolution.	Pesanteur spécifique d'eau et de nitrates de		
	Potasse.	Soude.	Barite.
1	1,0063	1,0059	1,0062
2	1,0125	1,0119	1,0123
3	1,0186	1,0180	1,0185
4	1,0244	1,0240	1,0250
5	1,0302	1,0300	1,0320
5	1,0353	1,0359	1,0409
7	1,0408	1,0419	
8	1,0468	1,0480	
9	1,0531	1,0540	
10	1,0595	1,0600	
12	1,0722	1,0719	
14	1,0850	1,0840	
16	1,0984	1,0960	
18	1,1119	1,1081	
20	1,1235	1,1202	
22	1,1389	1,1336	
24	1,1520	1,1482	
26	......	1,1628	
28	......	1,1779	
30	......	1,1920	
32	......	1,2099	
34	......	1,2294	

Proportion de sel dans 100 parties de dissolution.	Pesanteur spécifique d'eau et de nitrates de		
	Chaux.	Zinc.	Cuivre.
1	1,0052	1,0061	1,0059
2	1,0104	1,0125	1,0119
3	1,0156	1,0189	1,0192
4	1,0208	1,0255	1,0252
5	1,0260	1,0320	1,0320
6	1,0310	1,0387	1,0390
7	1,0361	1,0442	1,0457
8	1,0411	1,0509	1,0526
9	1,0481	1,0574	1,0592
10	1,0510	1,0640	1,0655
12	1,0601	1,0786	1,0778
14	1,0690	1,0926	1,0918
16	1,0777	1,1063	1,1060
18	1,0864	1,1183	1,1201
20	1,0950	1,1340	1,1350
22	1,1044	1,1508	1,1521
24	1,1112	1,1676	1,1716
26	1,1185	1,1844	1,1915
28	1,1257	1,2012	1,2117
30	1,1320	1,2180	1,2320
32	1,1383	1,2348	1,2513
34	......	1,2515	1,2712
36	......	1,2683	1,2912
38	......	1,2851	1,3113
40	......	1,3020	1,3320
42	......	1,3203	1,3533
44	......	1,3395	1,3749
46	......	1,3601	2,3978
48	......	1,3810	2,4206
50	......	1,4050	1,4440
52	......	1,4271	1,4686
54	......	1,4494	1,4944
56	......	1,4727	1,5205

PROPORTION de sel dans 100 parties de dissolution.	PESANTEUR SPÉCIFIQUE D'EAU ET D'ACÉTATES DE		
	Chaux.	Alumine.	Plomb.
1	1,0049	1,0090	1,0070
2	1,0098	1,0190	1,0140
3	1,0147	1,0280	1,0211
4	1,0197	1,0380	1,0283
5	1,0247	1,0470	1,0366
6	1,0297	1,0570	1,0430
7	1,0348	1,0670	1,05c5
8	1,0400	1,0780	1,0580
9	1,0453	1,0880	1,0655
10	1,0507	1,0990	1,0731
12	1,0615	......	1,0891
14	1,0735	......	1,1055
16	1,0860	......	1,1221
18	......	......	1,1330
20	......	......	1,1560
22	......	......	1,1740
24	......	......	1,1928

PROPORTION de sel dans 100 parties de dissolution.	PESANTEUR SPÉCIFIQUE D'EAU ET D'ACÉTATES DE Soude.	Magnésie.	Fer.
1	1,0028	1,0041	1,0035
2	1,0058	1,0082	1,0075
3	1,0087	1,0124	1,0112
4	1,0117	1,0166	1,0150
5	1,0146	1,0208	1,0188
6	1,0176	1,0250	1,0225
7	1,0206	1,0293	1,0264
8	1,0237	1,0337	1,0302
9	1,0267	2,0380	1,0341
10	1,0299	1,0424	1,0380
12	1,0361	1,0512	1,0458
14	1,0424	1,0603	1,0537
16	1,0488	1,0696	1,0616
18	1,0553	1,0790	1,0697
20	1,0619	1,0885	1,0780
22	1,0685	1,0983	1,0863
24	1,0751	1,1086	1,0948
26	1,0817	1,1180	1,1045
28	1,0883	1,1294	1,1140
30	1,0955	1,1400	1,1224
32	1,1018	1,1507	1,1323
34	1,1090	1,1614	
36	1,1165	1,1723	
38	1,1242	1,1834	
40	1,1320	1,1946	
42	1,1399	1,2058	
44	1,1482	1,2172	
46	1,1567	1,2287	
48	1,1656	1,2403	
50	1,1755	2,2520	

Proportion de sel dans 100 parties de dissolution.	PESANTEUR SPÉCIFIQUE D'EAU ET DE			
	Tartrate de soude.	Tartrate de potasse.	Phosphate de soude.	Borate de soude.
1	1,0034	1,0050	1,0040	1,0040
2	1,0072	1,0102	1,0081	1,0084
3	1,0108	1,0153	1,0120	1,0122
4	1,0148	1,0212	1,0166	
5	1,0190	1,0258	1,0200	
6	1,0231	1,0311	1,0237	
7	1,0272	1,0363	1,0270	
8	1,0313	1,0417	1,0300	
9	1,0355	1,0470		
10	1,0397	1,0525		
12	1,0481	1,0634		
14	1,0567	1,0744		
16	1,0655	1,0856		
18	1,0745	1,0968		
20	1,0837	1,1080		
22	1,1032	1,1196		
24	1,1153	1,1317		
26	1,1283	1,1447		
28	1,1436	1,1569		
30	1,1600	1,1700		
32	1,1801	1,1838		
34	......	1,1978		
36	......	1,2118		
38	......	2,2259		
40	......	1,2400		
42	......	2,2547		
44	......	1,2696		
46	......	1,2861		
48	......	1,3015		
50	......	1,3180		
52	......	1,3351		
54	......	1,3527		
56	......	1,3707		
58	......	1,3902		
60	......	1,4120		

Proportion de sel dans 100 parties de dissolution.	Pesanteur spécifique d'eau et de	
	Soude du commerce.	Potasse d'Amérique.
1	1,0042	1,0050
2	1,0086	1,0102
3	1,0130	1,0156
4	1,0175	1,0212
5	1,0220	1,0269
6	1,0264	1,0327
7	1,0310	1,0385
8	1,0356	1,0443
9	1,0403	1,0503
10	1,0458	1,0563
12	1,0544	1,0684
14	1,0640	1,0807
16	1,0736	1,0930
18	1,0833	1,1053
20	1,0930	1,1179
22	1,1031	1,1307
24	1,1135	1,1438
26	1,1241	1,1571
28	1,1349	1,1724
30	1,1460	1,1840
32	......	1,1989
34	......	1,2142
36	......	1,2304
38	......	1,2478
40	......	1,2660
42	......	1,2882

Cette table est tellement simple, qu'elle a à peine besoin d'être expliquée. Supposons qu'on ait une dissolution de nitrate de zinc d'une pesanteur spécifique de 1,4050 à la température de 13° centigr.; en jetant uncoup-d'œil sur la table, on y verra de suite qu'une semblable dissolution contient la moitié de son poids de nitrate de zinc cristallisé.

Explication de la table. Si la pesanteur spécifique de la dissolution ne se trouve pas exactement dans la table, on pourra connaître assez approximativement la proportion de sel qu'elle contient, par la méthode qui suit. Supposons qu'il s'agisse d'une dissolution de potasse

d'Amérique, de la pesanteur spécifique de 1,1900, à la température de 13° centigr.; à l'inspection de la table, on trouve que la quantité de sel contenu dans cette dissolution est entre les 0,30 et les 0,32; or la pesanteur spécifique d'une dissolution chargée des 0,30 est de 1,1840, et celle de la dissolution contenant les 0,32 est de 1,1989. Donc, si on peut trouver un nombre dont le rapport à 30 et 32 soit le même que celui de 1,1900 à 1,1840 et 1,1989, ce nombre sera assez exactement celui de la quantité du sel dans la dissolution; on aura, par l'opération qui suit, un nombre x qui, ajouté à 30, sera le nombre cherché:
$32-30 : 1,1989-1,1840 :: x : 1900-1840$, ou, ce qui est la même chose, $2 : 149 :: x : 60$, et par conséquent $x = \frac{2 \times 60}{149} = 0,81$. Ce nombre, ajouté à 30, donne 30,81 pour celui qui indiquerait la quantité du sel contenu dans la dissolution d'une pesanteur spécifique de 1,1900.

Si l'on voulait réduire, en y ajoutant de l'eau, une dissolution saturée d'un sel quelconque, à ne plus contenir qu'une proportion donnée de ce sel pour cent, on trouverait de la manière suivante cette quantité additionnelle d'eau, dont la dissolution devra être étendue. Soit D le poids de cette dissolution saturée, S la quantité de sel qu'elle contient, x la quantité d'eau à y ajouter, S' la proportion du sel dans 100 parties du nouveau mélange; on aura $\frac{D+x}{S} = \frac{D}{S'}$, d'où $x = \frac{SD - S'D}{S'}$.

Supposons que la dissolution saturée à réduire soit celle du nitrate de potasse, et faisons $D = 100$: on s'assurera par la table, qu'une dissolution saturée de nitrate de potasse contient 24,88 parties pour 100 du sel; donc $S = 24,88$. Si l'on veut actuellement que cette dissolution ne contienne plus que les 0,10 du sel, alors S' sera $= 10$, et on aura $x = \frac{2488 - 1000}{10} = 148,8$; de manière qu'en ajoutant à 100 parties de la dissolution saturée, 148,8 parties en poids d'eau, on formera une nouvelle dissolution qui ne contiendra que les 0,10 du sel*.

---

* Hassenfratz, Ann. de Chim. XXVII, 132.

Effet de la température.

7. La quantité du sel que l'eau peu dissoudre augmente dans la plupart des cas avec la température; d'où il suit que l'imprégnation et la pesanteur spécifique de la dissolution doivent varier comme elle. La table précédente ne s'applique qu'à la température d'environ 13° centigr. On n'a point encore fait d'expériences exactes sur les corrections que doivent rendre nécessaires les divers changemens que cette température peut subir. Hassenfratz a promis sur ce sujet un traité qu'il n'a point encore publié.

Action de l'eau sur différens solides à-la-fois.

8. L'eau peut dissoudre en même-temps plus d'un corps solide; on peut, à de l'eau saturée d'une substance, en présenter une autre qu'elle est susceptible de dissoudre. Les résultats de la dissolution par l'eau seront alors extrêmement variables selon la nature des substances employées; mais on peut réduire à trois les différentes circonstances de cette variation, savoir: 1.° l'une dans laquelle il ne se dissout rien du solide: c'est ainsi qu'une eau saturée d'hydrochlorate de chaux est incapable, à la température de 16° cent., de dissoudre, dans aucune portion quelconque, de l'hydrochlorate de soude. Dans ce cas, la température du liquide n'éprouve aucun changement; 2.° dans l'autre, la dissolution saturée se charge en totalité ou en partie du nouveau solide, sans rien abandonner de celui qu'elle contenait déjà. Une dissolution saturée de nitrate de potasse, par exemple, peut prendre encore, à la température d'environ 11° centigr., une très-grande quantité d'hydrochlorate de soude; sa densité est alors considérablement augmentée. Dans ce cas, la température de la dissolution s'abaisse toujours, lorsque le nouveau solide est à l'état d'hydrate; 3.° dans la troisième circonstance, l'eau saturée dissout le nouveau solide; mais en même-temps, elle abandonne une portion ou la totalité de la substance qui y était d'abord combinée; ainsi lorsqu'une dissolution saturée d'hydrochlorate d'ammoniaque, à la température d'environ 16° cent., est mêlée avec une quantité suffisante d'hydrochlorate de soude, cette dernière substance est dissoute, mais en même-temps l'hydrochlorate d'ammoniaque est précipité en totalité. Souvent, dans ce cas, la température de la dissolution s'élève.

Action de l'hydrochlorate de soude sur les dissolutions salines.

C'est à Vauquelin que nous sommes redevables de la suite des expériences les plus intéressantes qui aient été faites jusqu'à présent sur cet important objet. J'en présenterai ici,

sous la forme de table, les résultats. Ces expériences furent faites en mêlant de l'hydrochlorate de soude en poudre avec des dissolutions saturées de différens sels. Dans chaque expérience, la portion de liqueur employée était d'environ 122 gramm., et la quantité de l'hydrochlorate de soude ajoutée de 30,50 gramm. ou des 0,25 du poids du liquide. La première colonne de la table indique la température de la dissolution saline avec laquelle on opérait; la seconde, le nom de la dissolution; la troisième, sa pesanteur spécifique dans tous les cas où il en a été fait mention par Vauquelin; la quatrième, le poids, en gramm., de l'hydrochlorate de soude pris par la dissolution; la cinquième, la quantité du sel déjà tenu en dissolution, qu'elle abandonnait en se chargeant de l'hydrochlorate de soude; la sixième, la température du liquide immédiatement après la dissolution de l'hydrochlorate de soude; et enfin la septième, le taux de variation dans la température *.

---

* Vauquelin, Ann. de Chim. XIII, 86.

Température avant le mélange.	Dissolution saline employée.	Pesanteur spécifique de la dissolution.	Quantité de sel dissoute.	Portion de sel précipitée de la dissolution.	Nouvelle température produite.	Nombre des degrés de la variation de température.
Centigr. 8°,33	Eau pure..........	1,000	Grammes. 28,78	Grammes. 0	Centigr. 6°,25	Centigr. — 2°,08
10,55	Nitrate de chaux...	»	0	0	10,55	0
16,25	Hydrochlorate de chaux..........	»	0	0	16,25	0
10,61	Nitrate de potasse.	1,114	28,68	0	10,61	0
8,75	Alun.............	1,048	29,53	0	7,50	— 1,25
9,44	Nitrate de barite...	»	28,40	0	7,50	— 1,94
8,33	Sulfate de chaux...	1,006	Presque tout	0	6,25	— 2,08
8,75	Sulfate de potasse..	»	Presque tout.	2,39	7,91 9,30	— 0,84 + 0,55
11,25	Nitrate de magnésie............	1,307	Presque tout.	Un peu.	12,77	+ 1,52
8,33	Sulfate de soude...	»	Presque tout.	9,88	12,77	+ 4,44
16,25	Hydrochlorate de barite..........	»	Presque tout.	Beaucoup de cristaux.	19,44	+ 3,19
8,75	Sulfate de magnésie	»	28,40	21,	12,50	+ 3,75
16,25	Hydrochlorate d'ammoniaque.......	»	Presque tout.	La totalité.	21,25	+ 5,00
10,61	Nitrate de soude...	»	La totalité.	34,41	16,25	+ 5,64
16,25	Hydrochlorate de potasse.........	»	La plus grande partie.	Une grande quantité.	22,26	+ 6,01
8,75	Sulfate d'ammoniaque............	1,240	La totalité.	38,25	18,75	+ 10,00

On voit, par cette table, qu'une dissolution saturée de nitrate de chaux ne se charge *d'aucune* quantité quelconque d'hydrochlorate de soude; qu'une eau saturée de nitrate de potasse dissout *plus* d'hydrochlorate de soude que n'en prendrait un même poids d'eau pure; que la dissolution saturée de nitrate de soude a la même propriété, mais qu'alors elle laisse précipiter la *plus grande* partie du nitrate de soude.

Ces phénomènes remarquables sont évidemment l'effet de l'action réciproque qu'exercent certains sels les uns sur les autres, et au moyen de laquelle leur force de cohésion étant diminuée, l'eau devient capable d'agir avec plus d'énergie sur eux; ils dépendent aussi ces phénomènes de l'affinité relative de ces sels pour l'eau. On sait que cette affinité varie avec la température, et que chaque sel suit à cet égard une loi particulière qui lui est propre; d'où il suit que les résultats que nous venons d'indiquer ne peuvent s'obtenir qu'à la température à laquelle les expériences ont eu lieu. A des températures élevées, l'affinité de l'hydrochlorate de soude pour l'eau est beaucoup plus faible que celle de la plupart des sels; à la chaleur de l'ébullition, il est donc séparé par ceux mêmes des sels qu'il précipite à une basse température.

Le dégagement de calorique, lors même que la quantité du sel précipité était beaucoup moindre que celle de l'hydrochlorate de soude dissous, dénote que l'hydrochlorate de soude n'en absorbe que très-peu en se dissolvant dans l'eau, circonstance qui est probablement due à la petite quantité d'eau de cristallisation que ce sel contient.

9. Lorsqu'une portion de l'eau qui tient un corps solide en dissolution est enlevée par l'évaporation, les molécules du solide se trouvant rapprochées de plus près les unes des autres, leur tendance à la cohésion augmente et devient plus forte que leur affinité pour le liquide; il s'en sépare alors une portion, qui prend la forme solide. Si l'eau tient-à-la fois différentes substances en dissolution, la première qui se sépare est celle qui a le plus de tendance à la cohésion; mais en général les différens corps dissous agissant jusqu'à un certain point l'un sur l'autre, cette action empêche ou retarde leur retour à la forme solide. C'est par cette raison qu'il reste presque toujours après l'évaporation des liqueurs salines composées une portion de liqueur qu'on appelle *eau mère*.

La dissolution saturée d'un solide peut être portée, par

l'évaporation, à un degré de concentration considérable sans rien déposer du solide dissous; parce que la force de cohésion étant anéantie, il n'y a point de résistance à l'action de l'eau relativement à l'état d'équilibre des molécules, à moins que quelque cause n'intervienne pour le détruire. C'est ainsi qu'en introduisant dans la liqueur saturée un cristal de la substance qui y est tenue en dissolution, les molécules de cette substance commencent immédiatement à se déposer*.

Action de l'alcool sur les solides.

II. L'action de l'alcool sur les solides est plus limitée que celle de l'eau. Elle s'exerce cependant sur un grand nombre de corps. On ne connaît point de combinaisons solides dans lesquelles entre l'alcool, qui ressemblent aux *hydrates*. Les substances solides que l'alcool peut dissoudre, sont :

1. Le soufre.
2. Le phosphore et plusieurs composés dont il fait partie.
3. Les alcalis fixes.
4. Quelques-unes des terres alcalines en petites quantités.
5. La plupart des acides solides.
6. Un grand nombre des sels.
7. Les sulfures alcalins.
8. Les savons alcalins.
9. Beaucoup de substances végétales.

L'eau et l'alcool mêlés ensemble, paraissent agir avec plus d'énergie sur plusieurs solides, qu'ils ne le feraient l'un ou l'autre séparément.

III. L'action de l'éther sur les solides semble être encore plus circonscrite que celle de l'alcool; mais les expériences faites jusqu'à présent sur les effets de cette action, ainsi que de celle du pétrole, des huiles volatiles et fixes, n'ont été ni assez multipliées, ni assez précises pour qu'il soit possible d'en tirer avec confiance aucune induction générale.

Action du mercure sur les métaux.

IV. L'action du mercure est exclusivement bornée aux métaux. Il forme avec ces corps des composés connus sous le nom d'*amalgames*. L'énergie de cette action dépend évidemment de son affinité pour le métal sur lequel il l'exerce, ainsi que de la force de cohésion des molécules du métal avec lequel il doit se combiner.

* Berthollet a traité ce sujet dans une grande étendue, et avec sa sagacité ordinaire. Statiq. chim. I, 34 et 35.

Parmi les métaux, il en est sept sur lesquels le mercure agit spontanément, et dont il peut opérer la dissolution complète lorsqu'il leur est appliqué en quantité suffisante; ces sept métaux sont :

L'or.	Le bismuth.
L'argent.	Le zinc.
Le plomb.	L'osmium.
L'étain.	

On peut, ou par la trituration, ou en détruisant leur cohésion par le calorique, rendre le mercure susceptible d'agir sur les cinq métaux suivans :

Le platine.	L'arsenic.
Le cuivre.	L'antimoine.
Le tellure.	

On parvient à combiner le mercure avec le fer; mais son affinité pour ce métal étant très-faible, il faut qu'il lui soit présenté dans un état particulier.

Il y a cinq métaux avec lesquels le mercure ne peut former de combinaisons; ce sont :

Le nickel.	Le manganèse.
Le cobalt.	Le molybdène.
Le rhodium.	

Son action sur les autres métaux n'a pas été essayée.

Adhésion des métaux au mercure.

Lorsqu'on met plusieurs des métaux dans du mercure, ils s'humectent avec ce métal précisément comme un morceau de bois plongé dans l'eau se mouille de ce liquide. La portion adhérente est évidemment un commencement de combinaison; d'où il suit que l'adhésion du mercure au métal est très-forte. On voit, par les expériences de Morveau, que cette force d'adhésion varie dans différens métaux. Il construisit des disques de métaux divers, parfaitement arrondis, de 2,7 centimètres de diamètre et de la même épaisseur, ayant à leur surface supérieure un petit anneau au moyen duquel ils pouvaient être tenus en équilibre. Il suspendait ces disques l'un après l'autre au bras d'une balance, et après en avoir exactement contrebalancé le poids en chargeant le bassin opposé, il les amenait au contact avec du mercure placé à environ 5 millimètres au-dessous, en ayant

soin de les faire glisser le long de sa surface pour éviter toute interposition d'air entre eux et le mercure. Il tenait alors exactement compte du poids qui était nécessaire pour détacher les disques du mercure, et par conséquent pour vaincre leur adhérence à ce métal, qu'il changeait après chaque expérience. Il obtint les résultats suivans :

	Gramm.
L'or adhère au mercure avec une force de .	23,63
L'argent.	22,74
L'étain.	22,15
Le plomb.	21,04
Le bismuth	19,71
Le platine.	14,98*
Le zinc	10,81
Le cuivre	7,52
L'antimoine.	6,67
Le fer.	6,10
Le cobalt	0,42

On peut considérer ces nombres comme indiquant l'affinité relative de chaque métal pour le mercure. Ils dérivent évidemment de la quantité de mercure qui adhérait à chaque surface des disques et qui par conséquent devrait être réglée par l'affinité. Mais la supposition que les nombres ci-dessus présentés sont proportionnels à l'affinité est entièrement gratuite.

CHAPITRE IV.

Des Solides.

Les corps solides sont en beaucoup plus grand nombre que ceux, soit liquides, soit fluides élastiques. Plusieurs de ces corps deviennent liquides lorsqu'ils sont chauffés, tandis que d'autres sont décomposés avant d'avoir acquis la température nécessaire pour produire la fluidité. Dans ce chapitre, nous considérerons d'abord la constitution des corps solides, pour passer ensuite à l'examen des combinaisons qu'ils forment entre eux. Les corps solides consistent dans un

* Morveau, Ann. de Chim. XXV, 10.

nombre indéfini de molécules homogènes aggrégées ensemble en masses et tellement disposées qu'elles ne peuvent, comme celles des liquides, se mouvoir librement entre elles. En considérant la constitution des corps solides, il est deux circonstances qui doivent particulièrement fixer l'attention. La première est celle de la force d'union des molécules entre elles, ce qu'on appelle *cohésion*; la seconde est le mode d'arrangement que suivent ces molécules les unes à l'égard des autres. C'est par cet arrangement des molécules des corps solides qu'ils se présentent sous des formes régulières, qu'on a désignées par la dénomination de *cristaux*. Nous nous occuperons de chacun de ces objets séparément, et par conséquent, en traitant dans ce chapitre des corps solides, nous le diviserons en trois sections, savoir :

1. De la cohésion.
2. De la cristallisation.
3. De la combinaison des solides entre eux.

SECTION PREMIÈRE.

De la Cohésion.

La force appelée *cohésion* est inhérente à toutes les molécules des corps solides; car tous les corps solides existent en masses composées d'un nombre indéfini de molécules unies ensemble.

1. La force de cohésion ne s'exerce qu'aux plus petites distances; car son action cesse toutes les fois que nous plaçons les molécules d'un corps à une distance sensible entre elles.

2. La force de cohésion, toujours la même dans le même corps, toutes choses égales d'ailleurs, présente de grandes différences dans les substances de nature diverse. Ainsi une verge de fer est composée de molécules de ce métal d'une telle cohésion entre elles, que la séparation n'en peut être opérée que par une force très-considérable. Une force moindre suffit pour détruire la cohésion du plomb, par une force plus faible encore on sépare les unes des autres les molécules de la craie. Enfin il existe à peine deux corps

La cohésion varie dans les différens corps.

dont la force de cohésion des molécules soit la même. La force de cohésion dans les corps solides se mesure par l'évaluation du poids qu'il faut employer pour les rompre, ou plutôt, du poids dont ils ne peuvent supporter l'effort sans que la force de résistance qu'opposent leurs parties à être séparées, ne soit vaincue. Ainsi en suspendant une verge de verre dans une direction verticale, et en attachant des poids à son extrémité inférieure jusqu'à ce qu'ils la fassent rompre, le poids qu'elle soutenait immédiatement avant que cet effet ne fût produit, est la mesure de sa force de cohésion. La suite la plus complète d'expériences qui aient été faites jusqu'à présent sur la force de cohésion des corps solides, sont celles de Muschenbroek. Sickengen a aussi examiné avec beaucoup de soin la cohésion de plusieurs des métaux. On trouvera, dans la table qui suit, les résultats des travaux du premier de ces physiciens *.

I. Métaux.

	Kilogrammes.
Barre d'acier	61155
Barre de fer	33748
Fer fondu	22695
Cuivre fondu	12956
Argent fondu	18800
Or fondu	9966
Etain fondu	2011
Bismuth	1314
Zinc	1178
Antimoine	453
Plomb fondu	390

II. Alliages.

Or 2 parties, argent 1 partie	12684
Or 5 *idem*, cuivre 1 *idem*	22650
Argent 5 *idem*, cuivre 1 *idem*	21970
Argent 4 *idem*, étain 1 *idem*	18573
Cuivre 6 *idem*, étain 1 *idem*	24915
Cuivre jaune, laiton	23103
Etain 3 parties, plomb 1 partie	4621

* Dans cette table, les nombres indiquent les poids en kilogrammes, qui seraient justement suffisans pour faire rompre une verge de chacun de ces corps ayant 645 millimètres carrés de base.

	Kilogrammes.
Etain 8 *idem*, zinc 1 *idem*.	4530
Etain 4 *idem*, antimoine 1 *idem* .	5436
Plomb 8 *idem*, zinc 1 *idem*. . . .	2038
Etain 4 *id.*, plomb 1 *id.*, zinc 1 *id.*	5889

III. Bois.

Caroubier	9105
Jujubier	8380
Hêtre, chêne	7837
Oranger	7021
Aulne	6297
Orme.	5980
Murier.	5662
Saule.	5562
Frêne	5436
Prunier	5346
Sureau	4530
Grenadier	4417
Citronier.	4190
Tamarin.	3964
Sapin	3773
Noyer	3683
Sapin portant résine	3468
Coignassier	3058
Cyprès.	2718
Peuplier	2491
Cèdre	2211

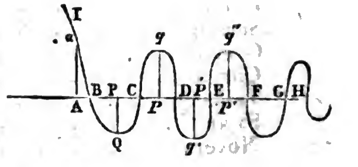
IV. Os.

Ivoire	7370
Os	6918
Corne	3964
Côte de baleine	3397
Dent de veau marin	1846

3. La meilleure explication que nous ayons de la nature de la cohésion, est celle que présente la théorie de Boscovich, dont elle est en effet la partie qui intéresse et satisfait le plus. Suivant lui, la cohésion entre les molécules des corps a lieu lorsqu'elles se trouvent placées dans la limite de répulsion et d'attraction. Deux molécules situées à une certaine distance l'une de l'autre, se repoussent réciproquement; cette répulsion diminue par degrés à mesure que la distance

Explication par Boscovich.

entre les molécules augmente jusqu'à ce qu'à la fin, cette distance s'étant progressivement étendue à un certain point, toute répulsion cesse. Si alors la distance est encore augmentée, si peu que ce soit, les molécules, au-lieu de se repousser, s'attirent; et cette attraction augmente avec la distance, jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à son maximum. A partir de ce terme, l'attraction diminue par degrés jusqu'à ce qu'enfin les molécules, ayant acquis une certaine distance, elle est totalement anéantie. Si alors la distance est encore augmentée même de la plus petite quantité, les molécules se repoussent de nouveau entre elles. Boscovich suppose la distance insensible entre deux molécules, divisée en un nombre indéfini de portions de répulsions et attractions alternatives.



Soit la ligne AH (fig. 1) représentant la distance insensible entre deux molécules, et soient les ordonnées de la courbe $IQqq'q''$ représentant les forces d'attraction et de répulsion des deux molécules, à mesure que la seconde se meut le long de la ligne AB, la première restant au point A. Les ordonnées des courbes situées au-dessus de la ligne AH, représentent les forces répulsives, et celles au-dessous de la ligne, les forces attractives. Les points B, C, D, E, F, G, H, où les courbes coupent l'axe, représentent les limites entre la répulsion et l'attraction. Tandis que la seconde molécule est dans une partie quelconque de la ligne AB, elle est repoussée : la répulsion augmente à mesure que la molécule approche de A, et à ce point A, elle est infinie, parce que la ligne *Aa* doit être considérée comme une asymptote de la courbe. Au point B, la seconde molécule n'est ni repoussée ni attirée. Dans chaque partie de la ligne BC elle est attirée, et l'attraction est à son plus haut degré à P, parce que là l'ordonnée PQ est un maximum. Au point C, la molécule n'est ni attirée ni repoussée. Dans chaque portion de la ligne CD, elle est repoussée; en D, elle n'est ni attirée ni repoussée; en DE, elle est attirée, et ainsi de suite.

Or, les points B, D, F et H sont appelés par Boscovich limites de cohésion, parce que les molécules placées dans ces points ne subissent aucun changement, et résistent même à toute force qui tendrait à les déplacer. Si elles sont rapprochées l'une de l'autre, elles sont de nouveau repoussées à leur première limite; d'un autre côté, si elles sont portées à une plus grande distance, elles sont attirées de nouveau dans leur première situation.

Boscovich suppose que dans tous les cas de cohésion les molécules du corps cohérent sont dans une situation telle qu'elles se trouvent être respectivement dans ces limites de cohésion. Ainsi, d'après cette très-ingénieuse théorie, la cohésion n'est pas, proprement parlant, une force, mais bien l'intervalle entre deux forces; et même en modifiant un peu cette théorie, on pourrait considérer la cohésion comme le balancement de deux forces opposées, dont l'une ou l'autre prévaut, suivant que les molécules cohérentes sont forcées ou de s'approcher de plus près les unes des autres ou de s'écarter entre elles à une distance plus grande. On pourrait dire par conséquent, avec encore plus de précision, que la *cohésion* n'est pas par elle-même une force, mais qu'elle résulte de l'absence d'une force. Ce qu'on a appelé jusqu'ici *la force de cohésion*, est l'attraction qui empêche les molécules cohérentes de se séparer les unes des autres, et qui commence à agir, ou plutôt qui devient prédominante lorsque les molécules sont poussées à une plus grande distance entre elles.

4. Boscovich a fait voir d'une manière très-satisfaisante comment toutes les variétés de cohésion peuvent être produites par des différences dans la dimension, la figure et la densité des molécules cohérentes *. Il est remarquable que dans la plupart des cas, la force de cohésion des corps solides non décomposés est très-considérable : telle est celle de tous les métaux ; elle n'est vraisemblablement pas moindre dans le diamant, si on en peut juger par sa dureté : et la cohésion du soufre est grande aussi. Le saphir, ou l'alumine cristallisée, le cristal de roche, ou la silice à l'état de cristaux, sont toujours très-durs. Dans les métaux, la cohésion est très-souvent augmentée considérablement par leur alliage. C'est ainsi

* Theoria philosophiæ naturalis, part. III, sect. 406, p. 185.

que la cohésion du cuivre est doublée lorsqu'il est allié avec les 0,166 de son poids d'étain, quoique la force de cohésion de ce dernier métal soit à peine équivalente aux 0,166 de celle du cuivre. La force de cohésion des métaux s'accroît d'une manière très-sensible lorsqu'on les forge ou qu'on les tire en fils. Par cette dernière opération, la cohésion de l'or, de l'argent et du laiton est à-peu-près triplée; et le cuivre et le fer ont leur cohésion plus que doublée

---

SECTION II.

De la Cristallisation.

Le mot cristal (χρυσαλλος) signifiait originairement *glace*. Les anciens en appliquèrent depuis la signification à la silice cristallisée, ou *cristal de roche*, parce qu'ainsi que Pline nous l'apprend, ils considéraient ce corps comme n'étant autre chose que de l'eau congelée par l'action du froid. Les chimistes se servirent par la suite de ce terme pour distinguer tous les corps transparens ayant une forme régulière; et on l'emploie généralement aujourd'hui pour désigner les figures régulières que prennent les corps lorsque leurs molécules peuvent se combiner librement, suivant les lois de la cohésion. Ces corps réguliers se rencontrent très-fréquemment parmi les substances minérales; ils ont pendant long-temps attiré l'attention par leur grande beauté et leur aspect symétrique. Presque tous les sels peuvent également prendre la forme cristalline; et comme ces substances sont le plus ordinairement solubles dans l'eau, il est en notre pouvoir de produire, en quelque sorte à volonté, la forme régulière de cristaux.

1. La plupart des corps solides sont ou à l'état de cristaux, ou susceptibles d'y être mis. Or il a été observé depuis long-temps par les chimistes et les minéralogistes, que chaque substance individuellement affecte toujours, lorsqu'elle cristallise, une forme qui lui est particulière; et c'est en effet dans la considération de la forme propre à chaque substance, qu'on a trouvé le meilleur moyen de les distinguer les unes des autres. C'est ainsi qu'on a remarqué que l'hydrochlorate de soude prend la forme d'un cube, et l'alun

celle d'un octaèdre, consistant en deux pyramides tétraèdres appliquées base à base. Le nitrate de potasse affecte la forme d'un prisme hexaèdre; le sulfate de magnésie celle d'un prisme tétraèdre; et le carbonate de chaux se trouve souvent à l'état d'un rhomboïde. Ce n'est pas cependant que la cristallisation de chaque substance particulière offre toujours uniformément la même figure; car cette cristallisation est susceptible de très-grandes variations, suivant les circonstances du cas où elle a lieu; mais comme pour chaque substance il est un certain nombre de formes qui lui appartiennent spécialement, les cristaux d'une substance adoptent dans tous les cas l'une ou l'autre de ces formes qui lui sont particulières et jamais aucune autre. Ainsi la figure de l'hydrochlorate de soude cristallisé est toujours le cube ou l'octaèdre, ou toute autre figure susceptible d'être réduite à celles-ci.

Cristaux formés par

2. Puisqu'il faut que les molécules des corps soient en pleine liberté de se mouvoir avant qu'ils cristallisent, il est évident que nous ne pouvons obtenir à l'état de cristaux que ceux des corps qui sont susceptibles d'être rendus fluides. Or ils ne peuvent l'être que de deux manières, ou par dissolution dans un liquide, ou par fusion à l'aide de la chaleur. Nous n'avons donc que ces seuls moyens pour former des cristaux.

Dissolution.

C'est par la dissolution que s'opère ordinairement la cristallisation des sels. Lorsqu'après les avoir dissous dans l'eau on évapore lentement ce liquide, les molécules salines se rapprochent peu-à-peu les unes des autres, elles se combinent ensemble et forment de petits cristaux. Ces cristaux augmentent continuellement dans leurs dimensions par l'addition d'autres molécules, jusqu'à ce qu'à la fin ils tombent par leur pesanteur au fond du vaisseau. On doit observer cependant qu'il est deux sortes de dissolution, dont chacune présente des phénomènes différens de cristallisation. Quelques sels, qui ne se dissolvent qu'en très-petites quantités dans l'eau froide, sont très-solubles dans l'eau chaude; c'est-à-dire, que ce liquide n'a que peu d'action sur eux à la température ordinaire de l'atmosphère, tandis que lorsqu'il est combiné avec le calorique il s'en charge très-facilement. Lorsque de l'eau chaude saturée de l'un de ces sels, quel qu'il soit, vient à se refroidir, elle cesse d'être capable de le tenir en

dissolution, et il en résulte que les molécules salines se rapprochent les unes des autres, et que la cristallisation a lieu. Le sulfate de soude est un des sels de cette espèce. Il suffit, pour les faire cristalliser, d'en saturer de l'eau chaude et de laisser ensuite refroidir la liqueur. Mais on essaierait en vain d'y parvenir en faisant évaporer la dissolution chaude ; on ne pourrait obtenir autre chose qu'une masse sans forme. Parmi les sels qui suivent cette loi de cristallisation, il en est un grand nombre qui se combinent avec l'eau en grande proportion ; ou, ce qui est la même chose, dont les cristaux contiennent beaucoup d'eau de cristallisation.

Il y a aussi d'autres sels qui sont à-peu-près également solubles dans l'eau chaude et d'ans l'eau froide ; l'hydrochlorate de soude est du nombre. Il est évident que la cristallisation des sels de cette espèce n'a pas lieu par refroidissement : mais elle s'opère très-bien par l'évaporation de leur dissolution pendant qu'elle est chaude. Ces sels ne contiennent généralement que peu d'eau de cristallisation.

Fusion. Il est cependant beaucoup de substances qui n'étant solubles ni dans l'eau, ni dans d'autres liquides, sont néanmoins susceptibles de prendre la forme cristalline. C'est ce qui a lieu à l'égard des métaux, du verre, et de quelques autres corps. La méthode qu'on emploie pour les faire cristalliser est *la fusion*, qui est une dissolution par le calorique. Par l'action de ce principe les molécules sont séparées les unes des autres, et par le refroidissement graduel du corps fondu, elles ont la liberté de s'arranger en cristaux réguliers.

3. Il faut beaucoup d'adresse et une attention soutenue avec bien de la patience, pour obtenir artificiellement de très-grands cristaux d'une forme régulière. Cette branche intéressante de la chimie-pratique a été singulièrement perfectionnée par Leblanc : il parvint non-seulement à se procurer à volonté des cristaux réguliers de presque toute dimension quelconque, mais encore il tira parti de ses essais à ce sujet pour faire un grand nombre d'observations importantes sur la cristallisation en général *. Il opérait de la manière suivante : il dissolvait dans l'eau le sel qu'il voulait faire cristalliser, et il évaporait ensuite la liqueur jusqu'à consistance

* Journ. de Phys. LV, 300.

convenable pour que la cristallisation pût avoir lieu par refroidissement ; il l'abandonnait alors à elle-même ; et lorsqu'elle était devenue entièrement froide, il la décantait de dessus la masse de cristaux qui pouvaient se trouver au fond du vaisseau, pour la verser dans un autre à fond plat. Il se formait dans la liqueur, ainsi transvasée, des cristaux solitaires à quelque distance les uns des autres, et on pouvait les observer s'y augmentant par degrés. Il choisissait alors les plus réguliers d'entre eux, il les mettait dans un autre vaisseau à fond plat, à quelque distance les uns des autres, et versait par-dessus une certaine quantité de liquide résultant, par le même moyen, de l'évaporation d'une dissolution du sel jusqu'à cristallisation par refroidissement. Il changeait au-moins une fois chaque jour avec une baguette de verre chaque cristal de position, afin que toutes les faces en pussent être alternativement exposées à l'action du liquide ; car celle sur laquelle le cristal reste posé ne reçoit jamais d'accroissement. Par ce moyen, les cristaux augmentent progressivement en dimensions. Lorsqu'ils ont acquis, de cette manière, une grosseur telle qu'on puisse aisément en distinguer la forme, on choisit ceux qui sont les plus réguliers, ou qui présentent le plus exactement la figure qu'on désire obtenir ; et on met chacun d'eux séparément dans un vaisseau rempli d'une portion du même liquide, en les retournant, comme on vient de le dire, plusieurs fois le jour. On peut ainsi les avoir de presque toute dimension qu'on juge convenable. Lorsque le cristal est resté pendant un certain temps dans le liquide, la quantité du sel qu'il tenait en dissolution est tellement diminuée, que ce liquide commence à agir sur le cristal et le redissout. L'effet de cette action devient d'abord sensible sur les angles et les bords du cristal ; ils s'émoussent peu-à-peu et perdent entièrement leur forme. Dès qu'on s'aperçoit de ce commencement d'action, il faut décanter le liquide et le remplacer par une portion de dissolution nouvelle, autrement le cristal serait infailliblement détruit. Leblanc a observé que ce singulier changement a lieu d'abord à la surface du liquide, en s'étendant ensuite graduellement vers le fond ; de manière que souvent on peut voir un cristal, s'il est large, s'augmenter à son extrémité inférieure, tandis qu'à celle supérieure on l'aperçoit disparaître. Leblanc assure même que les dissolutions salines augmen-

tent presque toujours en densité, suivant que la distance entre leur surface et leur partie inférieure est plus considérable.

Nature de la cristallisation. 4. Les anciens physiciens semblent avoir fait peu d'attention aux phénomènes de la cristallisation. Leur théorie, qui attribuait aux élémens des corps certaines figures géométriques régulières, leur fut bien, à-la-vérité, suggérée par l'observation de ces phénomènes; mais il n'est pas à notre connaissance qu'ils aient essayé par aucun moyen convenable de parvenir à les expliquer. Les scolastiques se bornaient à faire dériver les figures régulières des cristaux de leurs formes substantielles, sans se mettre autrement en peine de donner la signification du terme. Cette notion fut attaquée par Boyle, qui prouva que les cristaux sont formés par la simple aggrégation des molécules * ; mais il restait encore à rendre raison de ce qui pouvait donner lieu à cette aggrégation, et comment les molécules s'unissaient de manière à produire des figures régulières.

Il est évident que l'aggrégation résulte de l'action de cette force attractive que nous avons considérée dans la dernière section ; mais la cause qui produit les figures régulières est plus difficile à trouver. Newton a observé que les molécules des corps, lorsqu'ils sont à l'état de dissolution, se trouvent arrangées dans le dissolvant suivant un ordre régulier, et à des distances qui le sont aussi. Il faut, en conséquence, que quand la force de cohésion devient suffisante pour opérer la séparation des molécules du dissolvant, elles se combinent naturellement en groupes, composés de celles de ces molécules qui sont le plus rapprochées les unes des autres. Or, il est à supposer que toutes les molécules du même corps ont la même figure, et la combinaison d'un nombre déterminé de corps semblables doit produire des figures semblables. Il est devenu extrêmement probable, d'après Haüy, que la combinaison de ces molécules intégrantes s'opère toujours dans le même corps par le même moyen, c'est-à-dire, que les mêmes faces ou les mêmes bords s'attachent toujours ensemble, mais que cet effet varie dans des cristaux différens. On peut à peine rendre raison de cela sans supposer que les

* Treatise on the origin of forms and qualities.

molécules des corps sont douées d'une certaine polarité en vertu de laquelle elles attirent une partie d'une autre molécule, dont elles repoussent les autres parties. Au moyen de cette polarité, on pourrait bien concevoir la régularité de cristallisation ; mais cette cristallisation est elle-même inexplicable.

Il est remarquable que les cristaux affectent non-seulement des figures régulières, mais que toujours ils sont terminés par des surfaces planes. Il est en effet très-rare qu'on observe dans ces corps des surfaces courbes ; et lorsque cela arrive, les cristaux présentent toujours des preuves non équivoques d'imperfection ; mais comment se faire une idée de cette tendance constante des molécules dont les cristaux sont composés, à s'arranger de manière à présenter toujours des surfaces planes, si l'on ne considère pas ces molécules elles-mêmes comme étant des figures régulières terminées par des surfaces planes ?

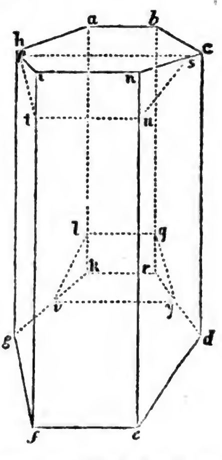
5. Si la figure des cristaux dépend de celle de leurs molécules intégrantes et de la manière dont elles se combinent, on peut raisonnablement supposer que les mêmes molécules, lorsqu'elles sont mises en pleine liberté de se mouvoir, se trouveront toujours assujéties au même mode de combinaison ; et que, par conséquent, les cristaux de chaque corps en particulier, seront toujours les mêmes. Les formes diverses que prennent les cristaux d'un même corps sont souvent très-nombreuses et très-différentes les unes des autres. C'est ainsi qu'on a reconnu que le carbonate de chaux n'avait pas moins de quarante formes différentes de cristallisation. Le fluate de chaux en présente huit, et le sulfate de chaux à-peu-près un nombre égal.

Tous les cristaux ont une forme primitive.

Mais ces circonstances ne sont pas aussi inconsistantes avec la régularité du mode de cristallisation, qu'elles peuvent le paraître d'abord. Romé de Lisle a fait voir que chaque corps susceptible de cristalliser, a une forme particulière qu'il affecte le plus ordinairement, ou au-moins dont il se rapproche le plus souvent. Il a été démontré par Bergman, que cette forme primitive, ainsi que l'a appelée Haüy, reste très-souvent cachée dans ceux-là même des cristaux qui semblent s'en éloigner le plus ; et Haüy a prouvé que tous les cristaux ont cette forme primitive, ou au-moins qu'ils la contiennent comme noyau dans leur intérieur ; car

on peut l'extraire de tous les cristaux par une division mécanique faite avec adresse et précaution.

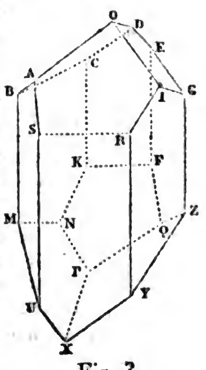
Haüy étant ainsi parvenu à obtenir un prisme hexaèdre régulier de spath calcaire, ou chaux carbonatée, qu'il avait détaché d'un groupe de cristaux de la même espèce, il observa qu'une petite portion du cristal manquait, et que la fracture présentait une surface très-lisse. Fig. 1.



Soit *a b c d e f g h* le cristal; la fracture laisse à découvert le trapèze *p s u t*, incliné obliquement et faisant un angle de 135° avec l'un et l'autre résidu *a b c s p h* de la base, et celui *t u e f* du pan *i n e f*. Observant que le segment *p s u t i n*, ainsi séparé du cristal, avait pour sommet *i n*, une des arêtes de la base *a b c n i h* du prisme, il essaya de détacher un segment semblable de la partie à laquelle l'arête voisine *c n* correspondait. Il se servit à cet effet d'une lame de couteau dirigée, à l'aide d'un marteau, sous le même degré d'obliquité que le trapèze *p s u t*, mais il ne put y réussir; cependant en faisant la même tentative sur l'arête contigüe *b c*, il parvint à détacher un autre segment exactement semblable au premier, et ayant pour son sommet l'arête *b c*. Il ne put produire aucun effet sur l'arête contigüe *a b*; mais il obtint, en opérant sur celle suivante *a h*, une coupe semblable aux deux autres. Enfin, il trouva la même résistance à la division dans la sixième arête *h i*. Il fit alors les mêmes tentatives sur l'autre base du prisme *d e f g k r*, et trouva que les arêtes qui se prêtaient à des coupes semblables aux précédentes n'étaient pas celles *e f*, *d r*, *g k*, correspondantes aux arêtes de la base opposée, mais bien les arêtes intermédiaires *d e*, *k r*, *g f*. Le trapèze *l q y v* représente la section du segment qui avait *k r* pour son sommet. Cette section était évidemment parallèle à celle *p s u t*, et les quatre autres sections étaient aussi parallèles deux à deux. Ces sections étaient, sans doute, les joints naturels des couches du cristal; et il réussissait aisément à en obtenir d'autres parallèle-

ment aux premières ; mais il ne lui fut pas possible de diviser le cristal dans aucune autre direction. Il détacha de cette manière des couches l'une après l'autre, approchant toujours de plus en plus de l'axe du prisme, jusqu'à ce qu'enfin les bases ayant totalement disparu, le prisme se trouva changé dans le solide OX (fig. 2), terminé par douze pentagones parallèles deux à deux, dont ceux des extrémités, c'est-à-dire, $ASRIO$, $IGEDO$, $BAODC$, d'une part ; et ceux $FKNPQ$, $MNPXU$, $ZQPXY$ de l'autre, étaient les résultats de la division mécanique, et avaient leurs sommets communs O, P, situés à la naissance des bases du prisme original ; les six autres pentagones latéraux $RSUXY$, $ZYRIG$, etc., étaient les résidus de ces six pans du prisme original.

Fig. 2.



Mais en continuant la division parallèlement aux premières sections, les pentagones latéraux diminuaient continuellement de hauteur, jusqu'à ce qu'à la fin, les points R, G coïncidant avec les points Y, Z, les points S, R, avec les points U, Y, etc., il ne restait plus rien des pentagones latéraux, mais seulement les triangles YIZ, UXY, etc. (fig. 3.) Enfin, en continuant encore les mêmes sections, ces triangles eux-mêmes finirent par disparaître, et le prisme fut converti dans le rhomboïde ae, (fig. 4.).

Fig. 3.

Fig. 4.

Un résultat aussi inattendu porta M. Haüy à faire le même essai sur un plus grand nombre de ces cristaux, et il

s'assura que tous pouvaient être réduits à des rhomboïdes semblables. Il reconnut aussi que les cristaux d'autres substances pouvaient être ramenés de la même manière à de certaines formes primitives ; que chacune de ces formes est constante dans les mêmes substances, mais que chaque substance a sa forme particulière qui lui est propre. Il trouva par exemple, que la forme primitive du fluate de chaux était un octaèdre régulier, celle du sulfate de barite, un prisme droit à bases rhombes, etc.

Ces formes primitives doivent dépendre de la figure des molécules intégrantes dont ces cristaux se composent, et de la manière dont elles se sont combinées les unes avec les autres. Or, en continuant la division mécanique du cristal par des coupes parallèles à chacune de ses faces, on finira par le réduire à une dimension si petite, qu'il ne contiendra plus qu'une seule molécule intégrante. Conséquemment cette dernière figure du cristal, doit être la dernière figure des molécules intégrantes dont il est composé ; la division mécanique ne peut être, à-la-vérité, poussée aussi loin, mais elle peut être continuée jusqu'à ce qu'il ait été prouvé qu'aucune division subséquente ne peut altérer sa figure ; et ainsi elle peut être prolongée jusqu'à ce que la figure qu'elle produit soit semblable à celle de ses molécules intégrantes.

Molécules intégrantes de trois figures.

Les formes des molécules des corps, autant que l'expérience l'a fait voir, peuvent être réduites, suivant Haüy, aux trois suivantes ; savoir :

1. Le parallélipipède, le plus simple des solides, dont les faces sont au nombre de six, et parallèles deux à deux ;

2. Le prisme triangulaire, le plus simple des prismes ;

3. Le tétraèdre, la plus simple des pyramides. Quelque restreint que soit ce nombre de formes primitives, on jugera qu'il suffit pleinement pour rendre raison, sans avoir recours à des forces absolues différentes, de toutes les variations dans la cohésion et l'affinité hétérogène, si l'on considère la diversité presqu'infinie de dimension, de proportion et de densité, dont les molécules des différens corps, quoique de même figure, peuvent être susceptibles.

Ces molécules intégrantes, lorsqu'elles s'unissent pour former les cristaux primitifs, ne se joignent pas toujours de la même manière : quelquefois elles s'unissent par leurs faces, et d'autres fois par leurs bords en laissant des vides consi-

dérables entre elles; ce qui explique comment les molécules intégrantes, quoiqu'ayant la même forme, peuvent composer des cristaux primitifs de figures différentes.

Haüy s'est assuré que les formes primitives des cristaux sont au nombre de six; savoir : Formes cristallines primitives, six.

1. Le parallélipipède, qui renferme le cube, le rhomboïde et tous les solides terminés par six faces parallèles deux à deux.
2. Le tétraèdre régulier.
3. L'octaèdre avec faces triangulaires.
4. Le prisme hexaèdre.
5. Le dodécaèdre terminé par des rhombes.
6. Le dodécaèdre avec faces triangulaires isocèles.

On peut supposer que chacune de ces formes se rencontre comme étant celle primitive, ou le noyau, dans une grande variété de corps; mais on n'a trouvé jusqu'à présent en nombre considérable que celles qui, comme le cube et l'octaèdre, sont régulières.

Mais les corps, lorsqu'ils sont cristallisés, ne se présentent pas toujours sous leur forme primitive. Il en est en effet quelques-uns qui l'affectent très-rarement; et dans tous il réside une certaine disposition à prendre facilement, suivant les circonstances, un certain nombre de formes tout aussi bien que celle primitive. Ainsi la forme primitive du fluate de chaux est l'octaèdre; mais on trouve souvent ce sel cristallisé en cubes, en dodécaèdres rhomboïdaux, et sous d'autres formes. Toutes ces formes différentes qu'un corps est susceptible de prendre, celle primitive exceptée, Haüy les a appelées *formes secondaires*. Or, quelle est la raison de cette latitude dans la faculté de cristallisation des corps? Et comment affectent-ils si souvent ces formes secondaires? Cristaux secondaires dûs à des

On peut répondre à ces questions:

1°. Que ces formes secondaires résultent quelquefois de variations dans les principes qui composent les molécules intégrantes de tout corps particulier quelconque. L'alun, par exemple, cristallise en octaèdres; mais avec une addition d'alumine, ce sont des cubes; et lorsque cette dernière substance y est en excès, il ne cristallise plus. Si la proportion d'alumine varie entre celles qui produisent l'octaèdre et le cube, les cristaux deviennent des figures à quatorze faces, Différences dans la composition.

dont six sont parallèles à celles du cube, et huit à celles de l'octaèdre; et suivant que les proportions se rapprocheront davantage de celles qui donnent les cubes ou les octaèdres, les cristaux participeront plus ou moins de l'une ou de l'autre de ces formes. Il y a plus encore, en plaçant un cristal cubique d'alun dans une dissolution qui fournirait des cristaux octaèdres, ce cristal passe de la forme cubique à celle d'octaèdre; et, réciproquement, un cristal octaèdre mis dans une dissolution qui donnerait des cristaux cubiques, devient lui-même un cube *. Or, combien ne doit-il pas paraître difficile d'établir avec une précision absolue les proportions des différens principes composans.

Différences dans les dissolvans.

2°. Les formes secondaires sont dues quelquefois au dissolvant dans lequel les cristaux sont formés. C'est ainsi que l'hydrochlorate de soude dissous dans l'eau, et qu'on y fait cristalliser, se présente sous la forme de cubes; tandis que ce n'est plus en cubes mais en octaèdres réguliers qu'il se forme en cristallisant dans l'urine. D'un autre côté, l'hydrochlorate d'ammoniaque cristallise dans l'eau en octaèdres, et en cubes dans l'urine.

3°. Mais quand on supposerait que la nature du dissolvant et la proportion des composans sont, autant qu'on peut s'en assurer, exactement les mêmes, il n'en existe pas moins encore une variété de formes secondaires dont l'apparence se manifeste ordinairement. La production de ces formes secondaires se trouve expliquée d'une manière heureuse par la théorie de la cristallisation, dont nous sommes redevables à la sagacité de Haüy; théorie qui par sa simplicité et sa clarté autant que par son importance, doit être considérée comme une des acquisitions les plus essentielles que la minéralogie, et même la chimie, aient faites jusqu'à présent.

Différences de décroissement des lames cristallines.

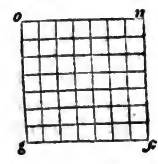
Suivant cette théorie de Haüy, la matière additionnelle qui enveloppe le noyau primitif consiste en lames minces ou couches de molécules posées l'une au-dessus de l'autre sur les faces de ce noyau, et qui décroissent en étendue au moyen de soustractions d'une ou de plusieurs rangées de molécules intégrantes qui se font de ses bords ou de ses angles.

* Leblanc. Ann. de Chim. XIV, 149.

Fig. 5.

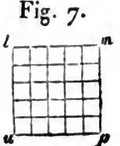
Supposons que *A B E G* (fig. 5), soit un cube composé de 729 petits cubes; chacune de ses faces consistera dans 81 carrés formant les faces extérieures d'autant de molécules cubiques dont l'ensemble constitue le cube. Sur l'une des faces *A B C D* de ce cube appliquons une lame carrée composée de cubes égaux à ceux qui forment le cristal primitif, mais ayant de chaque côté une rangée de cubes de moins que la couche extrême du cube primitif. Cette lame contiendra par conséquent 49 cubes, 7 de chaque côté, de manière que sa base inférieure *o n f g* (fig. 6), s'appliquera exactement sur le carré marqué des mêmes lettres (fig. 5).

Fig. 6.



Sur cette lame posons-en encore une seconde *l m p u* (fig. 7), du nombre de 25 cubes seulement, elle se placera exactement sur le carré indiqué par les mêmes lettres (fig. 5).

Fig. 7.



Sur cette seconde lame mettons-en une troisième *v x y z* (fig. 8), consistant seulement en 9 cubes, de manière que sa base posera sur les lettres *u x y z*, de la face *A B C D* du grand cube, fig. 5. Enfin sur le carré du milieu *r* plaçons le petit cube *r* (fig. 9), représentant la dernière lame.

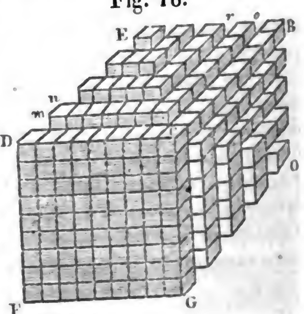
Fig. 8.

Fig. 9.

Il est évident qu'en procédant ainsi on a formé sur la face *ABCD* (fig. 5), une pyramide quadrangulaire, dont la base est cette face et dont le sommet est le cube *r* (fig. 9). En continuant d'opérer de même sur les cinq autres faces du cube, on produira autant de pyramides semblables, qui envelopperont le cube de chaque côté.

On voit aisément cependant que les faces de ces pyramides ne formeront pas des plans continus ; mais, qu'en raison de la diminution graduelle des lames des cubes dont elles se composent, ces faces ressembleront en quelque sorte à des marches d'escalier. On peut néanmoins supposer (ce qui doit être certainement le cas), que les cubes dont le noyau est formé sont excessivement petits et presqu'imperceptibles ; ces pyramides se composeront donc d'un très-grand nombre de lames, et par conséquent les cannelures que formeront ces lames seront à peine sensibles. Actuellement *DCBE* (fig. 10), étant la pyramide qui repose sur la face *ABCD* du cube *ABEG* (fig. 5), et *CBOG* (fig. 10), étant la pyramide appliquée sur la face contigue *BCGH* (fig. 5), si l'on considère que le décroissement des lames qui composent les pyramides, et auxquelles Haüy donne le nom de *lames de superposition*, s'opère d'une manière uniforme de *E* en *O* (fig. 10), on concevra facilement que la face *CEB* de la première pyramide doit se trouver exactement dans le même plan que la face *COB* de la pyramide adjacente; et que, par conséquent, les deux faces ensemble formeront un rhombe *ECOB*. Mais toutes les faces des six pyramides donnant ensemble 24 triangles semblables à *CEB*, elles produiront 12 rhombes, et la figure de tout le cristal sera un dodécaèdre.

Fig. 10.



On voit donc ainsi qu'un corps qui a le cube pour forme primitive de ses cristaux, peut avoir pour sa forme secondaire un dodécaèdre. Bergman est le premier qui ait eu l'idée de la manière dont se produit la formation des cristaux secondaires, et qui la considéra comme résultant d'une superposition de lames continuellement décroissantes en étendue. Mais Haüy a poussé beaucoup plus loin ses recherches à ce sujet : non-seulement il est parvenu à reconnaître toutes les lois de décroissemens que suivent ces lames, mais encore il a trouvé et indiqué le moyen de calculer toute la variété pos-

sible de formes secondaires pouvant résulter d'une forme primitive connue, et par conséquent de s'assurer si un cristal quelconque peut être ou non la forme secondaire d'une espèce donnée.

Les décroissemens des lames qui servent d'enveloppe au noyau primitif dans les cristaux secondaires sont de quatre sortes.

1. *Décroissemens sur les bords*; c'est-à-dire, sur les bords des tranches qui correspondent aux bords du noyau primitif. Il en est de quatre sortes.

2. *Décroissemens sur les angles*; ou ceux dont l'action s'exerce parallèlement aux diagonales des faces du noyau primitif.

3. *Décroissemens intermédiaires*; qui ont lieu parallèlement aux lignes situées obliquement entre les diagonales et les bords des faces du noyau primitif.

4. *Décroissemens mixtes*. Ce sont ceux dans lesquels les tranches, placées les unes au-dessus des autres, n'ont pas seulement l'épaisseur d'une molécule intégrante, mais celle de deux ou d'un plus grand nombre de ces molécules; et le décroissement, soit qu'il s'effectue parallèlement aux bords ou aux angles, ne consiste pas dans la soustraction d'une rangée de molécules, mais toujours dans celle de deux ou plus de ces rangées de molécules. Haüy exprime ces décroissemens par des fractions, dont le numérateur indique le nombre de rangées des molécules qui constitue le décroissement, et dont le dénominateur représente l'épaisseur des lames. Ainsi, par l'expression $\frac{2}{3}$ on désignerait des lames de l'épaisseur de trois molécules intégrantes décroissant par deux rangées de molécules.

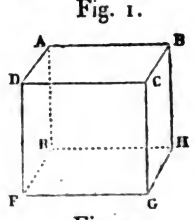
Nous avons déjà donné un exemple de cette première loi de décroissement dans la conversion du noyau cubique en un dodécaèdre rhomboïdal. Dans ce cas, le décroissement se fait par une rangée de molécules, et il a lieu sur tous les bords. Mais ces décroissemens peuvent être plus rapides, et, au-lieu d'une, se faire par deux, trois, quatre, ou un plus grand nombre de rangées. De même aussi, il peut arriver qu'ils n'aient pas lieu sur tous les bords, et qu'ils ne s'opèrent que sur un ou deux seulement, tous les autres n'éprouvant aucun changement. Chacune de ces modifications diverses devra produire un cristal secondaire différent. Mais en outre, Décroissemens sur les bords.

la superposition des lames peut cesser d'avoir lieu avant qu'elles soient parvenues à leur plus petite étendue possible; et il en résultera nécessairement une forme secondaire différente. C'est ainsi que dans l'exemple présenté ci-dessus, si la superposition des lames se fût arrêtée avant que la formation des pyramides eût été complète, le cristal se serait trouvé consister en 18 faces, dont 6 carrés parallèles aux faces du noyau primitif, et 12 hexaèdres parallèles aux faces du dodécaèdre secondaire. Cette figure est celle du borate de magnésie trouvé à Lunebourg.

2. Décroissemens sur les angles.

Cette seconde loi de décroissement, suivant laquelle il s'opère sur les angles ou parallèlement aux diagonales des faces du noyau primitif, se concevra mieux au moyen de l'exemple suivant.

Fig. 1.



Supposons qu'on propose de construire autour du cube *A B G F* (fig. 1), considéré comme noyau, un solide secondaire dans lequel les lames de superposition décroîtront sur toutes les faces par une seule rangée de cubes, mais dans une direction parallèle aux diagonales. Soit *ABCD* (fig. 2), la base supérieure du noyau, divisée en quatre-vingt-un carrés, représentant les faces des petits cubes dont il se compose. La figure 3 représente la surface supérieure de la première lame de superposition qui doit être placée au-dessus de *A B C D* (fig. 2), de manière que les points a', b', c', d' de cette surface (fig. 3) répondent à ceux *a*, *b*, *c*, *d* de la figure 2. Par cette disposition les carrés *A a*, *B b*, *C c*, *D d* (fig. 2), qui composent les quatre rangées extrêmes des carrés parallèles aux diagonales *A C*, *B D*, restent sans être couverts. Il est évident aussi que les rebords *Q V*, *O N*, *I L*, *G F* (fig. 3), se projettent d'un rang au-delà des rebords *AB*, *AD*, *CD*, *BC* (fig. 2), ce qui est né-

Fig. 2.

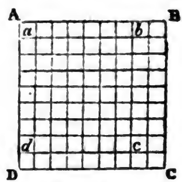
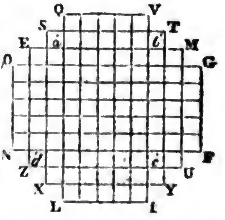


Fig. 3.



cessaire pour que le noyau soit enveloppé vers ces mêmes bords; car s'il n'en était pas ainsi, il se formerait des angles rentrans vers les parties *AB*, *BC*, *CD*, *DA*, du cristal; et de tels angles paraissent exclus par les lois qui déterminent la formation des cristaux simples, ou du-moins on n'en remarque jamais de semblables dans aucun cristal. Le solide doit alors s'accroître dans celles des parties auxquelles le décroissement ne s'étend pas. Mais comme ce décroissement suffit seul pour déterminer la forme du cristal secondaire, on peut faire abstraction de toutes les autres variations qui n'interviennent que subsidiairement, excepté lorsqu'on veut, comme dans le cas dont il s'agit, construire artificiellement un solide représentatif d'un cristal, et présenter tous les détails relatifs à sa structure.

Fig. 4.

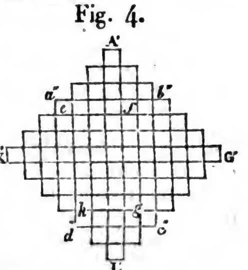
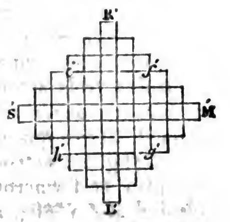
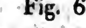


Fig. 5.




Fig. 6.

La face supérieure de la seconde lame sera semblable à *A' G' L' K'*, (fig. 4), et devra être placée de manière que les points *a''*, *b''*, *c''*, *d''*, correspondent aux points *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, de la figure 3, ce qui laissera à découvert une seconde rangée de cubes à chaque angle, parallèlement aux diagonales *A C* et *BD*. Le solide s'accroît encore vers les côtés. Les grandes faces des lames de superposition, qui dans la figure 3 étaient des octogones, parviennent dans la figure 4 à être des carrés; et lorqu'elles ont dépassé ce terme, elles décroissent de tous les côtés; en sorte que la lame suivante a pour sa face supérieure le carré *R' M' L' S'* (fig. 5), moindre d'une rangée dans tous les sens que la lame précédente (fig. 4). Ce carré doit être placé de manière que les points *e'*, *f'*, *g'*, *h'* (fig. 5), correspondent à ceux *e*, *f*, *g*, *h* (fig. 4).

Les figures 6, 7, 8 et 9 représentent les quatre lames qui doivent s'élever successi-

vement au-dessus de la précédente, dont la superposition est indiquée par les lettres correspondantes, comme dans les exemples ci-dessus. La dernière lame *Z'* (fig. 10), sera un simple cube, qui doit être placé sur le carré *Z* (fig. 9).

Fig. 7.

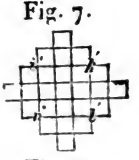


Fig. 8.

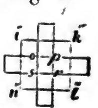


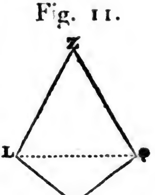
Fig. 9.



Fig. 10.

Les lames de superposition ainsi appliquées sur la base *A B C D* (fig. 2), produisent évidemment quatre faces qui correspondent aux points *A*, *B*, *C*, *D*, et forment une pyramide. Ces faces ayant été produites par des lames qui commencent par augmenter, et vont ensuite en diminuant, elles devront être les quadrilatères de la figure 11 dans lesquels l'angle inférieur *C* se confond avec l'angle *C* du noyau (fig. 1 et 2), et la diagonale *LQ*, représente le bord *L' G'* de la lame *A' G' L' K'* (fig 4); et comme le nombre de lames de superposition qui composent le triangle *L Q C* (fig. 11), est beaucoup moindre que celui des lames formant le triangle *Z L Q*, il est évident que celui-ci aura beaucoup plus de hauteur que l'autre.

Fig. 11.



Il en résulte donc alors que la surface du cristal secondaire ainsi produit, consistera dans vingt-quatre quadrilatères (car il s'élevera exactement de la même manière des pyramides sur les cinq autres côtés du cube primaire), disposés trois à trois autour de chaque angle solide du noyau. Mais à raison du décroissement par une simple rangée, les trois quadrilatères qui appartiennent à chaque angle solide, tel que *C* (fig. 1), se trouveront dans le même plan et formeront un triangle équilatéral *Z I N* (fig. 12). Ainsi les vingt-quatre quadrilatères produiront huit triangles équilatéraux, et par conséquent les cristaux secondaires seront un octaèdre régulier. Telle est la structure du sulfure octaèdre de plomb et de l'hydrochlorate de soude.

Fig. 12.

Troisième et quatrième décroissemens.

Les décroissemens de la troisième loi ont lieu par la sous-

traction de rangées de molécules doubles, triples, etc. La figure 13 en offre un exemple. On y voit que les molécules qui composent la rangée que cette figure représente sont assorties entre elles, comme si de deux rangées il ne s'en formait qu'une seule; de sorte qu'il ne faut que concevoir le cristal composé de parallélipipèdes ayant leurs bases égales aux petits rectangles *abcd*, *edfg*, *hgil*, etc., pour ramener ce cas à celui des décroissemens ordinaires sur les angles.

Fig. 13.

Cette espèce particulière de décroissement existe rarement; il en est de même de celui qui se fait suivant la quatrième loi, et qui n'exige pas d'autre explication. Haüy ne les a en effet reconnus que dans quelques cristaux métalliques.

Au moyen de ces diverses lois de décroissement, on explique la formation des cristaux secondaires de toutes les figures différentes. Mais pour se faire une idée du nombre immense de formes secondaires qui peuvent en résulter, il est nécessaire de considérer les modifications diverses dont ces décroissemens sont susceptibles, selon qu'ils ont lieu séparément ou ensemble. On peut réduire à sept toutes ses modifications.

Modifications dont ces décroissemens sont susceptibles.

1. Les décroissemens peuvent se faire sur tous les bords ou sur tous les angles à-la-fois.

2. Quelquefois ils n'ont lieu que sur certains bords ou sur certains angles.

3. Tantôt ils s'effectuent d'une manière uniforme et suivant une seule loi, par une, deux ou un plus grand nombre de rangées.

4. Dans d'autres circonstances, la loi varie d'un bord à l'autre ou d'un angle à l'autre.

5. Il arrive quelquefois que les décroissemens sur les bords concourent avec les décroissemens sur les angles.

6. Il peut se faire aussi que le même bord ou le même angle se trouve successivement assujetti à différentes lois de décroissement.

7. Enfin, on voit souvent le cristal secondaire conserver des faces parallèles à celles du noyau primitif par la superposition de lames qui ne s'étendent pas au-delà d'une certaine limite.

C'est par cette considération des modifications dans les

décroissemens, que Haüy se détermina à distinguer les formes secondaires en *simples* et en *composées*. Les cristaux secondaires simples sont ceux qui résultent d'une loi unique de décroissement, et dans lesquels le noyau primitif se trouve entièrement masqué. Les cristaux secondaires composés sont le produit de plusieurs lois de décroissement, agissant à la fois, ou d'une seule loi qui n'a pas atteint sa limite; et qui, par conséquent, a laissé dans le cristal secondaire des faces parallèles à celles du noyau primitif.

Tel est l'exposé général de la théorie de Haüy sur la cristallisation. Elle a déjà donné lieu à plusieurs découvertes très-utiles en minéralogie, et on peut en attendre de plus importantes encore par la suite. Son évidence résulte de la facilité qu'elle offre pour donner l'explication complète des phénomènes et de la coïncidence exacte dans chaque cas entre le fait réel et le résultat du calcul. Mais comme il n'a pu être démontré que les formes secondaires sont en effet cristallisées suivant la théorie, il ne faut la considérer que comme une hypothèse mathématique; hypothèse cependant d'une très-grande importance, parce qu'elle sert à lier ensemble un nombre immense de faits qui, autrement, resteraient isolés; qu'elle nous donne les moyens d'assujettir toutes les formes de cristaux au calcul; et qu'enfin il est, par elle, en notre pouvoir de reconnaître avec la plus grande exactitude la nature d'un corps, par un examen attentif de la figure de ses cristaux. On doit considérer de semblables hypothèses comme des fils qui nous guident dans le labyrinthe de l'erreur, que, sans eux, nous n'aurions pu traverser, et qui nous conduisent, après un voyage pénible, au sentier de l'évidence et de la vérité.

SECTION III.

De la Combinaison des Solides entre eux.

1. On a formé la table qui suit de l'énumération des principaux solides rangés dans l'ordre de leur composition.

I. Non-décomposés.

Soufre.	Bore.
Phosphore.	Métaux.
Carbone.	

II. Composés.

1. Charbon.
— Oxides métalliques.
2. Sulfures des métaux.
— Oxides sulfurés.
3. Phosphures de carbone.
———— métaux.
———— oxides.
4. Carbures de fer.
5. Alliages.
6. Acides solides.
7. Oxides avec oxides.
8. Sels et hydro-sulfates.
— Oxides métalliques avec alcalis.
9. Bitumes, huiles solides, tannin.
10. Savons.
11. La plupart des substances végétales.
12. Beaucoup de substances animales.

Le nombre des solides est très-grand. Il s'éleverait sans doute à beaucoup de milliers, s'il était possible d'en reconnaître tous les individus.

2. La pesanteur spécifique de ces corps est beaucoup plus variable que celle, soit des liquides, soit des fluides élastiques, ainsi qu'on peut le voir dans la table ci-jointe, qui les présente dans l'ordre de leur densité. Pesanteur spécifique.

	Pesanteur spécifique.		
Charbons, de	0,223	à	1,526
Substances végétales, de	0,240	à	1,354
Sels, de	0,273	à	7,176
Terres, de	0,346	à	4,842
Acides solides, de	0,667	à	3,391
Terres avec terres, de	0,680	à	4,815
Bitumes et huiles solides, de	0,892	à	1,357
Alcalis fixes, de	1,336	à	1,708
Phosphore	1,770		
Carbures de fer	——		7840
Soufre	1,990		
Terres avec alcalis, de	2,732	à	3,329
Carbone, de	1,987	à	3,531
Sulfures métalliques, de	3,225	à	10,000
Métaux et alliages, de	5,900	à	21,65

La pesanteur spécifique du platine écroui, le plus pesant

de tous les corps solides, est environ cent fois plus considérable que celle du liége ordinaire, qui est un des corps les plus légers.

3. Les corps solides, considérés sous le rapport de leur faculté de combinaison les uns avec les autres, peuvent être divisés en trois classes; savoir, ceux qui sont susceptibles de s'unir entre eux en toute proportion quelconque; ceux qui ne forment cette union que dans de certaines proportions déterminées; enfin ceux qu'il est absolument impossible, par quelque moyen que ce soit, de faire combiner entre eux. Nous allons examiner séparément l'action de chacune de ces classes de corps.

Solides qui s'unissent entre eux en toute proportion.

I. L'action des solides les uns sur les autres n'étant pas encore parfaitement connue, ce sujet ne peut être traité dans toute son étendue. Nous nous bornerons à présenter dans la la table qui suit ceux de ces corps qu'on a jusqu'à présent reconnus capables de s'unir entre eux en toute proportion.

1. Soufre avec phosphore.
2. Carbone avec fer?
3. Métaux avec la plupart des métaux.
4. Protoxide d'antimoine, avec sulfure d'antimoine.
5. Terres avec terres.
6. Terres avec quelques oxides métalliques.
7. Quelques terres avec alcalis fixes.
8. Huiles solides entre elles et avec bitumes.

Tous les produits résultant de ces combinaisons mutuelles sont solides, excepté ceux formés par l'union du soufre et du phosphore, qui, lorsque cette combinaison a lieu dans de certaines proportions, sont liquides.

1. Autant qu'on a pu s'en assurer jusqu'à présent, aucun des solides compris dans l'énumération ci-dessus ne se combine spontanément, lors même qu'ils sont mis en contact. La cohésion de leurs molécules présente une force de résistance que leur affinité, les uns pour les autres, ne peut vaincre. Le moyen qu'on emploie ordinairement pour opérer ces combinaisons, est de mêler ensemble en proportions convenables, les deux substances qu'on veut unir, et de leur appliquer alors un degré de chaleur capable de mettre l'une d'elles, ou l'une et l'autre, à l'état de fusion. On rend ainsi

ces corps susceptibles d'agir l'un sur l'autre de la même manière que les liquides, et, par conséquent, on peut donner la même explication de leurs combinaisons Ces combinaisons étant évidemment de la nature de celles qu'on a désignées par le nom de dissolutions. elles ne doivent pas différer beaucoup dans leurs propriétés de leurs parties constituantes, excepté les composés de carbone et de fer, et les combinaisons de quelques terres entre elles, qu'il serait possible de considérer comme appartenant à la classe des solides qui ne se combinent que dans de certaines proportions.

2. La combinaison est accompagnée pour l'ordinaire d'un changement de densité. C'est dans les alliages métalliques qu'il est le plus sensible, la densité de la plupart de ces alliages étant ou au-dessus ou au-dessous de celle moyenne des métaux avant leur union.

II. Ceux des solides que, d'après les observations faites jusqu'à présent, on a reconnus susceptibles de ne s'unir entre eux que dans des proportions déterminées, sont les suivans, savoir : Solides qui ne s'unissent que dans de certaines proportions.

Soufre avec	métaux. quelques oxides métalliques. terres. alcalis fixes.
Phosphore avec	carbone. métaux. quelques terres.
Acides avec.	alcalis. terres. oxides métalliques, etc.

Ces combinaisons sont plus intimes que les précédentes. Elles ont été plus particulièrement examinées, et sont mieux connues.

1. De tous ces corps, on n'a reconnu jusqu'à présent comme susceptibles d'action entre eux lorsqu'ils continuent d'être à l'état solide, que le soufre et les hydrates d'alcalis fixes, quelques acides et un petit nombre d'hydrates d'oxides métalliques, et peut-être quelques-uns des acides et les hydrates d'alcalis fixes. Hors ces cas, on peut établir comme loi générale que dans toute combinaison des solides entre eux, il faut au-moins, qu'à l'égard de l'un des deux corps qui s'unissent, la force de cohésion soit détruite ou, au-moins, Il faut que l'un des corps soit fluide.

diminuée de manière à le réduire à l'état liquide. Or ces solides peuvent y être mis par deux moyens. Le premier est celui de la fusion par le feu. C'est ainsi qu'on rend le soufre susceptible de se combiner avec les métaux, les terres, les alcalis fixes, et que le phosphore devient capable de s'unir avec les métaux. Quelquefois l'affinité est si faible, qu'il est nécessaire de mettre d'abord un des constituans à l'état de vapeur. Ainsi le phosphore ne se combine avec la chaux, la barite, la strontiane, qu'à une chaleur rouge. Le second moyen de combinaison de ces solides est celui de leur dissolution dans l'eau ou dans quelque autre menstrue liquide. C'est ainsi que les acides se combinent avec les alcalis, les terres et les oxides métalliques, et qu'on peut opérer l'union du soufre et du phosphore avec les métaux.

2. Comme alors l'union de ces corps entre eux se rapporte entièrement à celle des liquides avec les solides, il serait inutile, d'après ce que nous avons déjà dit, d'entrer dans aucun autre détail plus particulier, relativement à la théorie de la combinaison. Ce qui importe le plus à considérer, ce sont les *proportions* suivant lesquelles ces corps s'unissent, et le changement de densité qu'ils éprouvent.

Soufre avec les métaux.

3. Quoique les combinaisons du soufre avec les métaux aient été examinées par les chimistes avec une attention particulière, il est cependant beaucoup de faits qui s'y rapportent, qui ont besoin d'être éclaircis. Berthollet est encore d'avis que le soufre est capable de s'unir indéfiniment aux métaux, et il a cité un grand nombre d'exemples de sulfures natifs de plomb, de cuivre et de fer, analysés par les chimistes qui opèrent avec le plus d'exactitude, dans lesquels la proportion du soufre variait indéfiniment*. Il est très-probable que le soufre peut se combiner en différentes doses avec la plupart des métaux; mais nous ne sommes pas en droit de conclure des expériences faites jusqu'à présent sur l'union artificielle de ces corps, qu'elle n'a pas de limites : car en fondant ensemble du soufre et un métal, on obtient toujours les deux corps combinés dans des proportions déterminées. Le soufre, autant que cela nous est actuellement connu, ne se combine avec les corps métalliques que dans deux proportions seulement; 1 atôme du métal peut s'unir

* Journ. de Phys. IX. 349.

avec 1 atôme du soufre, et dans quelques cas avec 2 atômes. C'est ce qui se verra bien, en jetant un coup-d'œil sur la table des sulfures que nous avons donnée, vol. I, pag. 596 de cet ouvrage.

4. Presque tous les sulfures métalliques sont dans un état plus rare que n'est celui moyen des substances dont ils se composent, et à l'égard desquelles par conséquent il y a eu expansion pendant leur combinaison. Dans la plupart des cas cette expansion est considérable, comme on pourra le voir dans la table suivante. La première colonne indique la densité réelle des composés, la seconde, la densité moyenne calculée d'après la supposition qu'il ne se produit aucun changement de volume par la combinaison.

SULFURES.	DENSITÉ.	
	Réelle.	Calculée.
D'argent	7,2	9,22
De mercure	10	11,83
De fer premier	4,518	5,62
De fer second	4,830	4,73
De plomb	7,	10,06
De bismuth	6,131	8,65
D'antimoine	4,368	5,53
D'arsenic premier	3,225	7,05
D'arsenic second	3,315	
De molybdène	4,73	5,97

Dans quelques-uns de ces exemples l'expansion s'élève au-delà des 0,20 du tout. Les pyrites offrent le seul cas connu

d'une combinaison du soufre et d'un métal dont la pesanteur spécifique excède celle moyenne des substances combinées.

5. Les autres composés que forme le soufre avec les corps solides, n'ont pas été assez examinés pour donner lieu à de plus amples observations. On ne connaît non plus rien de précis relativement aux combinaisons du phosphore et des corps solides.

6. Le cas est très-différent avec les acides. Les composés qu'ils forment avec les alcalis, les terres et les oxides métalliques ont été examinés avec beaucoup d'attention, et c'est des connaissances acquises sur leur nature que sont dérivées la plupart des opinions émises par les chimistes concernant l'affinité. La grande facilité de formation de ces composés, la différence frappante qui existe entre leurs propriétés et celles de leurs parties constituantes, et les belles formes que beaucoup d'entre eux sont susceptibles de prendre, furent autant de circonstances qui excitèrent l'intérêt général des chimistes.

Explication de la neutralisation.

7. Si l'on verse lentement et par petites portions à-la-fois de la dissolution de soude dans une quantité donnée d'acide sulfurique étendu d'eau, et qu'on examine le mélange après chaque addition, on trouvera qu'il manifeste pendant très-long-temps les propriétés d'un acide en conservant celle de rougir les couleurs bleues végétales et en continuant d'avoir une saveur sensiblement acide; mais ces propriétés acides diminuent graduellement après chaque dose ajoutée de la dissolution alcaline, et à la fin elles disparaissent entièrement. Si l'on continue de verser de la dissolution de soude dans le mélange, il acquiert peu-à-peu les propriétés alcalines, il verdit les couleurs bleues végétales, sa saveur devient urineuse, et ces propriétés se manifestent d'une manière d'autant plus prononcée que la quantité de soude ajoutée est plus considérable. Il paraît donc qu'en mêlant ensemble de l'acide sulfurique et de la soude, les propriétés de l'une et de l'autre de ces substances prédominent suivant les proportions de chacune d'elles dans le mélange; mais que dans ces proportions il est certaine limite au-delà de laquelle les propriétés des substances combinées se trouvent être réciproquement détruites ou déguisées de manière que celles ni de l'une ni de l'autre ne prédominent, ou plutôt que celles de l'une et de l'autre disparaissent.

Lorsque cet effet sur les propriétés mutuelles de deux substances a lieu, on considère ces substances comme se *neutralisant* réciproquement. Cette propriété est commune à un grand nombre de corps; mais c'est dans les acides, les alcalis et les terres qu'elle se manifeste le plus fortement, et ce fut dans ces substances qu'on l'observa pour la première fois. C'est par cette raison que les sels, qui sont des combinaisons que forment ces différens corps, ont été depuis long-temps désignés par la qualification de *sels neutres*. Lorsque des corps sont combinés dans la proportion qui produit la neutralisation, on les dit souvent *saturés*; mais cette expression est impropre. Il serait beaucoup plus convenable de restreindre la signification du terme *saturation* à celle que nous lui avons assignée dans une précédente section, et de se servir de celui de *neutralisation* pour indiquer l'état d'un mélange dans lequel les propriétés particulières des parties constituantes disparaissent réciproquement; il arrive fréquemment en effet qu'il n'y a aucune coïncidence entre la neutralisation et la saturation. Ainsi, par exemple, dans le *tartrate de potasse*, l'acide et l'alcali se neutralisent l'un l'autre, et cependant on ne peut pas dire que la potasse soit saturée; car elle peut encore se combiner avec une plus grande proportion d'acide tartarique, et former ainsi un tartrate acide de potasse, composé dans lequel les parties constituantes ne se neutralisent pas réciproquement, puisque les propriétés de l'acide y prédominent sensiblement.

8. Il résulte évidemment de ce qui vient d'être dit, qu'il faut toujours la même quantité d'acide ou d'alcali pour neutraliser une quantité donnée en poids d'alcali ou d'acide; et que, par conséquent, la proportion suivant laquelle ces corps s'unissent pour former les sels neutres est fixe et déterminée. L'union des acides et des bases alcalines peut bien, à-la-vérité, avoir lieu dans des proportions diverses; mais la combinaison neutre doit être constante comme elle doit être également la plus intime. En général, les sels neutres sont composés de 1 atôme d'acide, uni à 1 atôme de base. Dans les carbonates, cependant, la base alcaline, quoique combinée avec un atôme d'acide, continue encore d'agir comme alcali sur les végétaux bleus. Beaucoup de bases peuvent se combiner avec 2 atômes d'acide, et quelquefois avec 4 atômes. Ainsi la potasse forme l'oxalate, le binoxalate et le quadroxa-

late de potasse. Quelquefois un acide se combine avec 2 atômes de la base. C'est ainsi que l'acide borique s'unit avec deux atômes de soude pour former le *sous borate de soude.* La dénomination la plus exacte pour distinguer de semblables composés serait peut-être celle qui consisterait à faire précéder leur nom de *sousbi.* Ainsi le borax ordinaire s'appellerait *sousbi-borate de soude.*

CHAPITRE V.

De la Combinaison et de la Décomposition.

Importance de la connaissance de la combinaison et décomposition.

Le grand objet de toute recherche en chimie est la séparation, les uns d'avec les autres, des corps chimiquement combinés. Mais il n'est guère possible de parvenir jamais à opérer autrement cette séparation qu'en provoquant en même-temps l'union à une autre substance de celle qu'on veut détacher d'un corps; aussi la *décomposition* est-elle presque toujours accompagnée de *combinaison.* Chaque analyse chimique consiste dans un certain nombre de combinaisons et décompositions qui se succèdent dans un ordre régulier, et au moyen desquelles on est conduit au but desiré, la connaissance des parties constituantes de la substance soumise à l'examen. L'analyse s'effectue complètement en mettant successivement chacune des parties composantes de la substance dans un état de combinaison telle qu'elle ne puisse plus être attaquée ni dissoute par aucun menstrue capable de dissoudre toutes les autres parties constituantes non encore séparées. Mais cela ne se peut faire qu'en connaissant les combinaisons convenables, le moyen de les former et le menstrue dont l'emploi est nécessaire. Il faut donc, pour l'art de l'analyse et les opérations qui constituent la chimie pratique, avoir une connaissance exacte des combinaisons que les différentes substances sont susceptibles de former; savoir distinguer les corps qui sont les plus propres à être employés pour séparer les unes des autres les parties constituantes des composés, et pouvoir trouver le dissolvant particulier de chaque composé. Après avoir déjà particulièrement traité de l'action réciproque de toutes les substances chimiques entre elles, des composés qu'elles forment et des décompositions

diverses qu'elles produisent, nous considérerons ce sujet sous un point de vue général dans ce chapitre, en fixant spécialement notre attention dans les sections suivantes; 1.° sur les *proportions* dans lesquelles les corps se combinent; 2.° sur l'*ordre* qu'ils suivent dans leurs décompositions entre eux; et 3.° sur les moyens de les séparer les uns des autres. Quelquefois l'une des parties constituantes prend la forme de gaz ou de vapeur. On la dit alors *volatilisée* ou *évaporée*; quelquefois aussi un des constituans du corps tombe au fond du composé liquide; dans ce cas, on exprime cet effet en énonçant qu'il est *précipité*.

SECTION PREMIÈRE.

De la Combinaison.

On a vu dans les chapitres précédens que parmi les corps il en est beaucoup qui ne sont pas susceptibles d'union entre eux; mais que pour la plupart ils peuvent entrer en combinaison et former des composés nouveaux. On peut diviser en deux classes les composés ainsi produits. Quelques-uns ne diffèrent que de très-peu dans leurs propriétés de celles de leurs parties constituantes, tandis que d'autres en acquièrent qui sont extrêmement dissemblables. Dans le premier cas, en effet, les corps sont si peu altérés par la combinaison, que quelques chimistes ont prétendu qu'elle n'avait pas lieu, et ont supposé que les corps n'étaient que mécaniquement mêlés. Composés de deux sortes.

1. A la première classe de corps appartiennent toutes celles des combinaisons que, d'après Berthollet, nous avons appelées *dissolutions*. Dans les dissolutions, toutes les substances qui se combinent sont quelquefois dans le *même* état. Cette classe se compose des liquides mélangés, des alliages métalliques et d'un petit nombre d'autres composés solides. Dans ces corps, les proportions de toutes les parties constituantes peuvent varier indéfiniment; ou des substances dans le *même* état sont capables de se *dissoudre dans toute proportion quelconque* entre elles. Dissolutions.

Les corps qui se dissolvent réciproquement sont quelquefois dans des états différens. L'eau et beaucoup d'autres liquides dissolvent tous les gaz; et tous les gaz dissolvent l'eau et

plusieurs autres liquides. L'eau, etc. dissout divers solides, et il est un grand nombre de solides qui se combinent avec l'eau. Dans tous ces cas de dissolution, il y a pour l'une des substances un maximum de quantité au-delà de laquelle (en supposant la quantité de l'autre substance fixe) le surplus ne sera pas dissous. La dissolution des gaz dans les liquides n'a lieu que pour une portion déterminée de chaque gaz dans un volume donné du liquide. De même, un gaz ne peut dissoudre qu'un volume déterminé de liquide. La combinaison d'un liquide avec un solide ne peut s'opérer que dans la proportion d'un poids déterminé du liquide, si d'ailleurs le solide n'est pas susceptible de prendre l'état liquide; car tout hydrate ne peut contenir qu'un certain poids d'eau. Lorsqu'un liquide dissout un solide, il n'en prend qu'une quantité déterminée, et alors il perd toute action sur le surplus. On voit ainsi qu'il est, pour la dissolution entre elles des substances dans des états différens, un maximum et un minimum de quantité; mais qu'en dedans de ces limites, elles peuvent se dissoudre dans toute proportion quelconque.

Quelques liquides dont la cohésion ou l'état diffèrent beaucoup, quoique celui de liquidité leur soit commun, ne peuvent se dissoudre entre eux que dans de certaines proportions. C'est ainsi que l'eau ne peut se charger que des 0,10 de son poids d'éther. De tels liquides ressemblent à des substances dans des états différens, et suivent par conséquent la même loi relativement à leurs dissolutions réciproques.

Et combinaisons chimiques.

2. On a plus ordinairement et plus particulièrement considéré comme combinaisons chimiques, l'union entre eux de ceux des corps qui produisent des composés dont la différence avec leurs parties constituantes est très-grande. Dans tous ces corps, il existe évidemment une tendance à ne se combiner que dans des proportions déterminées; et dans les exemples les plus remarquables, ces proportions sont en très-petit nombre.

Ils ne se combinent que dans de certaines proportions.

Les gaz ne s'unissent que dans une, deux ou tout au plus trois proportions; et il est très-rare que nous puissions les combiner directement dans plus d'une proportion. C'est ainsi que l'oxigène et l'hydrogène, l'hydrogène et l'azote ne s'unissent que dans une seule proportion L'oxigène et l'azote s'unissent en cinq proportions; mais ce n'est que dans une seule proportion que cette union peut s'opérer directement. Les

autres combinaisons s'obtiennent en décomposant celle formée directement.

La combinaison d'un corps gazeux avec un corps solide est également limitée à de certaines proportions. On produit facilement l'union de l'oxigène avec le carbone, en deux proportions, avec le phosphore et le soufre dans trois proportions ; mais à peine peut-on unir ces substances dans plus d'une proportion lorsque c'est par voie directe. Avec les métaux aussi l'oxigène s'unit ordinairement dans un petit nombre de proportions. L'hydrogène s'unit au carbone dans deux proportions, et probablement de même aussi avec le phosphore et le soufre.

Lorsque les substances qui entrent en combinaison sont au nombre de plus de deux, celui des proportions dans lesquelles elles sont susceptibles de s'unir, augmente souvent ; et c'est ce qui, dans beaucoup de circonstances, nous induit en erreur lorsque nous essayons de déterminer ce nombre de proportions. Ainsi, l'azote, le carbone, l'hydrogène et l'oxigène sont presque les seuls élémens qui entrent dans la formation de toutes les substances végétales et animales dont la variété est si multipliée ; mais comme chacune de ces substances affecte toujours les mêmes propriétés, il y a lieu de croire que, même dans ces cas compliqués, les proportions ne sont pas absolument illimitées, mais qu'elles sont bornées et déterminées comme dans les cas les plus simples où il est en notre pouvoir de nous en assurer; et si en effet il n'en était pas ainsi, on ne pourrait pas s'attendre à trouver dans deux substances animales ou végétales précisément les mêmes propriétés.

Il n'y a pas de corps liquides, strictement ainsi appelés, qui soient susceptibles de l'espèce de combinaison intime que nous considérons ici. Toutes celles qu'ils forment sont de la classe des dissolutions.

Les solides qui se combinent intimement, semblent d'abord être capables de varier dans leurs proportions d'une manière presqu'illimitée. C'est ainsi que le soufre peut être fondu avec l'antimoine, le fer ou la potasse, en toute proportion, et qu'on peut ajouter de même en toute proportion de l'ammoniaque liquide à l'acide nitrique. Mais dans tous ces cas, on ne peut pas rigoureusement considérer la combinaison comme étant de la nature de celles intimes dont nous nous occupons, à

moins qu'on ne limite la quantité de chacune des substances qui la forment à de certaines proportions déterminées. Si les proportions sont illimitées, la combinaison appartient à la classe des dissolutions; les propriétés de la partie constituante qui prédomine restent les mêmes, et sans avoir été altérées. Toutes les fois que la combinaison est intime, et que les propriétés des substances qui l'ont produite sont déguisées, alors les proportions sont non-seulement limitées, mais encore dans la plupart des cas elles n'excèdent pas une ou deux. Ainsi, pour former les sels neutres, il faut combiner l'acide et la base dans une proportion déterminée.

Ainsi donc nous avons lieu de conclure que, dans les cas de dissolution chimique, les ingrédiens s'unissent dans toute proportion quelconque, excepté lorsque la proportion de l'un d'eux est limitée par la différence de son état d'avec celui de son dissolvant; comme, par exemple, lorsque le dissolvant étant liquide, la substance dissoute est gazeuse ou solide. Mais dans les cas de combinaison chimique, les ingrédiens affectent des proportions déterminées; proportions qui dépendent vraisemblablement de la tendance qu'ont les corps à se combiner atôme à atôme, ou dans le rapport d'un atôme de l'un avec un nombre déterminé d'atômes de l'autre.

SECTION II.

De la Décomposition.

Exemples de décomposition.

Si dans une dissolution de nitrate d'argent on verse de la potasse liquide, une portion de l'oxide métallique se sépare aussitôt de la dissolution, et tombe au fond de la liqueur. Ainsi la potasse a la propriété de décomposer le nitrate d'argent en séparant l'oxide de ce métal. De même en ajoutant de la soude à une dissolution de sulfate de magnésie, la magnésie abandonne l'acide, et tombe au fond de la liqueur, tandis que la soude prend sa place. C'est précisément l'effet inverse qui a lieu lorsqu'on ajoute de l'eau de barite à une dissolution de sulfate de soude. La barite et l'acide sulfurique se séparent et se précipitent dans la liqueur à l'état de combinaison, et la soude reste en dissolution. On obtient le même résultat par l'addition d'acide hydrochlorique à une dissolution de nitrate d'argent. L'acide hydrochlorique et l'oxide

d'argent se précipitent à l'état d'union en laissant l'acide nitrique. En mêlant ensemble des dissolutions d'hydrochlorate de barite et du sulfate de soude, l'acide sulfurique et la barite se séparent de la liqueur à l'état de sulfate de barite, tandis que l'acide hydrochlorique et la soude, également combinés, y restent dissous. La même chose arrive avec l'oxalate d'ammoniaque lorsqu'on le mêle avec du nitrate de chaux. L'acide oxalique et la chaux se séparent combinés, tandis que l'acide nitrique et l'ammoniaque, dont l'union a formé un nitrate d'ammoniaque, continuent d'être en dissolution dans la liqueur.

Puisqu'il est ainsi des substances qui ont la propriété d'en séparer d'autres des composés dont elles sont parties constituantes, le principal objet des chimistes doit être de rechercher quel est un corps x capable d'opérer la séparation d'un corps a d'avec un autre corps b. Et celui-là aura fait le plus de progrès dans l'art de l'analyse et dans la pratique de la science, qui sera parvenu à trouver ce corps x dans le plus grand nombre de cas.

Attribuée à l'affinité.

Dès les premiers âges de la science, les chimistes commencèrent à recueillir des exemples de ces décompositions, et à essayer de les expliquer. Mayow semble être un de ceux qui, les premiers, considérèrent ce sujet sous son véritable point de vue. Nous avons de lui une dissertation sur la combinaison des acides et des bases, ainsi que sur leurs décompositions, dans laquelle on trouve un très-grand nombre de faits établis avec beaucoup d'exactitude, quoiqu'à raison de la connaissance alors imparfaite des snbstances, il se soit souvent trompé dans ses explications*. En 1718, Geoffroy imagina de réunir dans une table les substances rangées dans l'ordre suivant lequel elles peuvent réciproquement se séparer d'un corps quelconque donné. Cette table fut depuis corrigée et augmentée par différens chimistes, spécialement par Gellert et Limbourg. Mais ce fut Bergman qui, le premier, ramena la doctrine de la décomposition à un système régulier, qui en donna, avec une série complète de tables, une théorie lumineuse et satisfaisante, en rendant raison des anomalies ou exceptions apparentes à cette théorie dont les

* Mayow, Tract. I, c. 14, p. 232, *de salium congressu et precipitatione*.

expériences de Baumé, Marherr et autres chimistes avaient fait voir qu'elle était susceptible. Sa dissertation, publiée pour la première fois en 1775, le fut depuis dans une forme plus parfaite en 1783. Les opinions de ce savant furent universellement adoptées par les chimistes qui, jusqu'à ces derniers temps encore, les considéraient comme la base de toute la science, et n'avaient d'incertitude que sur les moyens de remplir les vides qu'il avait laissés.

Berthollet avança, au commencement de ce siècle, une opinion bien différente de celle de Bergman. L'affinité, suivant lui, produit toujours combinaison; et la décomposition, lorsqu'elle a lieu, doit être attribuée à la cohésion, l'élasticité, ou à quelque pouvoir semblable, qui tend à occasionner la séparation de quelques-uns des constituans. Du reste, je pense que Berthollet est parvenu à détruire toutes les opinions qui avaient déjà été imaginées sur le sujet, mais il n'a pas aussi bien réussi à établir la sienne propre.

Comme les tables d'affinité, ainsi qu'on les a appelées, ont été ainsi reconnues pour ne pas indiquer l'ordre réel des affinités; et comme les décompositions, d'après lesquelles ces tables sont formées, sont souvent illusoires et rarement complètes, les tables elles-mêmes doivent être considérées comme de peu de valeur, et comme pouvant donner lieu, dans la plupart des cas, plutôt à induire en erreur que de fournir des documens exacts. C'est par cette raison que je n'ai pas cru devoir les présenter dans cet ouvrage*.

Tables de décomposition.

Des tables de *décompositions*, si l'on pouvait en construire, ne fussent-elles même que partielles, seraient d'un grand avantage; mais malheureusement ce n'est que dans un nombre de cas très-limités qu'on peut reconnaître l'ordre suivant lequel les corps se décomposent entre eux. Il faut, dans la plupart des circonstances, se contenter de l'analogie. On a formé les tables qui suivent, en partie d'après l'ordre de décomposition, et en partie d'après celui de combinaison, qui ont lieu lorsqu'on présente à-la-fois deux corps à un troisième. Elles peuvent être de quelqu'utilité dans la pratique, quoiqu'elles ne répandent que peu de lumière sur la force d'affinité.

* Je placerai à la fin de ce chapitre la partie la plus importante de la table de Bergman, parce qu'on y a souvent recours.

I. *Oxigène.*

Oxigène, combustibles et incombustibles simples.

1. Hydrogène.
2. Carbone.
3. Bore.
4. Phosphore.
5. Soufre.
6. Azote.
7. Chlore.

Tous ces corps s'unissent à l'oxigène à-peu-près dans l'ordre indiqué dans la table, si aucune autre circonstance ne s'oppose à leur facilité de combinaison avec ce principe. Aucun d'eux n'est capable de décomposer l'eau, à moins qu'on ne considère le carbone comme présentant à cet égard une exception. Le charbon, à une chaleur rouge, décompose l'eau ; mais l'hydrogène décompose à son tour l'acide carbonique à la même température. Ainsi la faculté de décomposition est réciproque ; mais je place l'hydrogène le premier, parce qu'en allumant, par l'électricité, un mélange d'hydrogène carboné avec une proportion insuffisante d'oxigène, l'hydrogène se combine avec l'oxigène de préférence au carbone. Le charbon décompose l'acide phosphorique à une chaleur rouge, et le phosphore produit cet effet sur l'acide carbonique à la même température ; mais je fais précéder le phosphore par le carbone, parce que le phosphore ne paraît pas capable d'opérer la décomposition de l'eau comme le fait le charbon, et que son action sur l'acide carbonique a besoin d'être facilitée par la présence d'une base. L'acide phosphorique ne semble pas susceptible d'être décomposé par le soufre, mais le phosphore agit à un certain point sur l'acide sulfurique. On sait que le soufre décompose, au-moins en partie, l'acide nitrique; mais l'azote n'exerce aucune action sensible sur l'acide sulfurique. Quoique le chlore occupe la dernière place dans l'ordre des décompositions, il a cependant été reconnu qu'il peut séparer une portion d'oxigène de l'acide nitrique ; mais le deutoxide d'azote, à l'aide de l'humidité, convertit le chlore en acide hydrochlorique. Telles sont les raisons qui ont déterminé l'ordre suivant lequel les combustibles et incombustibles simples se trouvent rangés dans la table précédente.

Métaux séparés de leurs dissolutions acides.

II. Oxigène et Dissolutions acides.

1. Zinc.
2. Fer.
3. Étain.
4. Antimoine.
5. Arsenic.
6. Plomb.
7. Bismuth.
8. Cuivre.
9. Platine.
10. Mercure.
11. Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium.
12. Argent.
13. Or.

Cette table indique l'ordre suivant lequel les métaux se précipitent les uns les autres à l'état métallique de leurs dissolutions acides et alcalines. Le zinc et le fer précipitent tous les métaux qui se trouvent rangés au-dessous d'eux. Ils les mettent ainsi, soit à l'état métallique, soit à celui d'une poudre noire, comme cela a lieu à l'égard de l'antimoine, de l'arsenic, du bismuth et des quatre nouveaux métaux découverts dans le platine. Il a été annoncé par Ritter que ces poudres noires sont des combinaisons des métaux avec l'hydrogène. Cette assertion mérite d'être vérifiée; car si l'on parvenait à démontrer qu'elle est fondée, elle deviendrait d'une grande importance pour expliquer la nature de la précipitation. Je ne me suis pas assuré si l'antimoine et l'arsenic précipitent les métaux qui se trouvent au-dessous d'eux dans la table; mais ils sont attaqués plus rapidement l'un et l'autre par l'étain que le plomb ou le cuivre. Le plomb précipite le cuivre. Le bismuth et le platine ne sont classés que par analogie. Le mercure est précipité par le cuivre; l'argent et l'or le sont par le mercure.

On peut regarder comme très-probable, d'après les dernières observations de M. Sylvestre, que ces précipitations sont occasionnées par l'action galvanique des métaux les uns sur les autres. Nous avons appris par Volta, que les métaux diffèrent entre eux dans le degré d'avidité avec laquelle ils absorbent l'électricité; que deux métaux étant placés en contact et séparés, l'un devient électrisé

en *plus* et l'autre en *moins*; et qu'en les arrangeant d'après cela, en suites régulières dont le zinc forme l'une des extrémités et l'or l'autre, tous les métaux qui précèdent ont la propriété de rendre électrisés en moins tous ceux qui sont au-dessous d'eux. Or, il a été démontré que lorsque des métaux, dans des états différens d'électricité, sont placés convenablement, ils décomposent l'eau, et produisent tous les autres phénomènes galvaniques. C'est, suivant M. Sylvestre, l'hydrogène dégagé qui produit la réduction du métal*. S'il en est effectivement ainsi, l'ordre suivant lequel les métaux se précipitent entre eux doit être précisément le même que celui de leur tendance à absorber l'électricité les uns des autres.

Si nous cherchions à réunir les deux tables précédentes dans une seule, ces observations y indiqueraient la place de l'hydrogène immédiatement après l'étain. Cependant on sait, d'après les expériences de Priestley, que l'hydrogène est capable de réduire l'oxide de fer à l'état métallique. Le charbon décompose également les oxides de tous métaux; mais, d'un autre côté, les oxides de zinc, de fer, d'étain et de quelques autres métaux, ont la propriété de décomposer l'acide carbonique. Le phosphore précipite tous les métaux qui sont au-dessous du plomb, et peut-être même quelques-uns de ceux qui sont au-dessus. Le soufre aussi opère la réduction du plus grand nombre des oxides métalliques; mais beaucoup d'oxides métalliques décomposent, à l'aide de la chaleur, l'acide sulfurique. Il en résulte qu'il n'est guère possible de bien assigner leurs places relatives aux combustibles et incombustibles simples. Nous ne nous tromperons probablement pas beaucoup en plaçant l'hydrogène après l'étain, le carbone après l'antimoine, le phosphore après le plomb, le soufre après le cuivre, et l'azote ainsi que le chlore après le mercure. Pour compléter la table par analogie, on y établirait les métaux réfractaires et le manganèse avant le zinc, et le platine immédiatement après le nickel; mais par des analogies semblables, il serait très-facile d'être induit en erreur.

---

* Nicholson's Journ. XIV, 94.

Oxides provenant d'acides.

III. Dissolutions acides.

1. Protoxide de fer.
2. Peroxide d'argent.
3. Peroxide de mercure.
4. Oxide de zinc.
5. Oxide de manganèse.
6. Oxide de plomb ?
7. Peroxide de cuivre.
8. Peroxide de fer.

Cette table, qui a été formée d'après les expériences de Gay-Lussac, présente l'ordre suivant lequel les oxides métalliques se précipitent mutuellement de celles des dissolutions acides dans lesquelles ils sont respectivement solubles. L'ordre relatif de plusieurs des oxides tel qu'il est établi, n'est pas entièrement certain; mais ils précipitent tous le peroxide de fer, et la plupart d'entre eux, le peroxide de cuivre; tandis que ce dernier précipite le peroxide de fer *.

Bases séparées des acides.

IV. Dissolutions acides.

1. Alcalis fixes.
2. Barite.
3. Strontiane.
4. Chaux.
5. Ammoniaque.
6. Magnésie.
7. { Yttria. / Glucine. }
8. Zircone.
9. Alumine.
10. Oxides métalliques.

Cette table indique l'ordre général suivant lequel les bases se précipitent mutuellement des dissolutions salines; mais elle est susceptible de beaucoup d'exceptions. Berthollet a même présenté comme probable que cet ordre de précipitation varie selon la proportion des substances employées. Il a démontré que la précipitation n'est jamais, ou que très-rarement complète; que les bases se partagent entre elles l'acide dissolvant en raison de leurs quantités relatives et de

---

* Ann. de Chim. XLIX, 21.

celle de chacune d'elles qui serait nécessaire pour la neutralisation de l'acide. Il est évident qu'il faut excepter tous ceux des cas dans lesquels l'acide et la base ou le précipitant forment un composé insoluble, parce qu'alors ils se précipitent à l'état de combinaison. Je place les alcalis fixes les premiers, parce qu'en ajoutant de l'hydrochlorate de barite à de la potasse assez pure pour ne pas troubler l'eau de barite ou de chaux, il se produit toujours un précipité d'apparence floconneuse. On ne remarque à cet égard aucune différence sensible dans l'action de la potasse et de la soude. Ces alcalis ne se précipitent point l'un l'autre. La potasse n'occupe le premier rang dans les tables de Bergman, que parce que les sels qu'elle forme avec les acides sont moins solubles que les sels de soude; et par conséquent, ainsi que l'a fait voir Berthollet, lorsqu'on évapore une dissolution saline contenant les deux alcalis, ce sont les sels de potasse qui cristallisent les premiers. Il n'a pas été prouvé que la barite précipite la strontiane et la chaux; et, en supposant même que cela fût, on ne pourrait jamais convenablement l'employer comme précipitant de ces substances. Il est bien reconnu que l'ammoniaque n'occasionne jamais de précipité dans les dissolutions des trois terres alcalines qui précèdent cette substance dans la table; mais elle précipite tous les corps qui y sont placés après elle, à l'exception de ceux des oxides métalliques qu'elle est capable de tenir en dissolution.

On n'a pas examiné jusqu'à quel point la magnésie peut précipiter les terres qui se trouvent au-dessous d'elle dans la table; mais il est probable qu'il en est ainsi à raison de la propriété qu'elle a de former avec les acides des sels neutres, propriété que n'ont pas ces terres. L'attraction marquée que la magnésie manifeste pour l'alumine, l'empêcherait peut-être de prendre la place de cette substance; elle s'y combinerait vraisemblablement, et formerait avec elle une substance à-peu-près insoluble dans la potasse. La zircone n'est rangée dans la table que par analogie. L'alumine est vraisemblablement précipitée, au-moins en partie, par la glucine, qui forme avec les acides un sel se rapprochant de plus près de la neutralisation. Plusieurs des oxides métalliques précipitent l'ammoniaque; mais la faculté relative des substances qui se trouvent placées dans la table au-dessous de l'ammoniaque, n'est pas d'une grande importance; car elles ne peu-

vent être qu'indirectement employées comme précipitans.

Les acides ne se précipitent point entre eux.

Les acides ne se précipitent point entre eux de leurs bases, et par conséquent il ne peut être formé de tables de ces précipitations. Il en est beaucoup qui ont la propriété de former avec des bases des composés insolubles. Ces acides enlèvent les bases à d'autres acides, et se précipitent avec elles. Ce fut en considération de cette circonstance, que Bergman rangea les acides dans ses tables ; mais Berthollet a fait voir que l'ordre indiqué est hypothétique dans beaucoup de cas, et que la nature des précipités varie avec la proportion.

Je présenterai actuellement la table de celles des substances qui ont la propriété de séparer, ou complètement ou en partie, les corps de leurs dissolutions, et dont en conséquence on fait usage en chimie pour reconnaître respectivement la présence des corps, ou pour en déterminer la quantité. Une table semblable ne peut comprendre que les alcalis, les terres, les oxides métalliques, les acides et un petit nombre d'autres corps composés. Les substances simples sont en général dans un état de combinaison trop intime pour que leur séparation puisse s'effectuer par de tels moyens.

Précipitans des alcalis.

V. *Table générale des Précipitans.*

1. Alcalis.	Précipitans.
Potasse..................	Acide tartarique.
Soude..................	o
Ammoniaque...........	Alcalis fixes.

On ne connaît pas de substances capables de précipiter les alcalis fixes. On en découvre la présence en en séparant d'autres substances, en les combinant avec des acides, et en examinant les propriétés des sels formés. L'acide tartarique indique dans beaucoup de cas la présence de la potasse, lorsqu'on verse lentement de cet acide dans des dissolutions qui la contiennent. Il se forme du tartrate acide de potasse, qui étant presqu'insoluble, se précipite dans la liqueur en petits cristaux. L'acide phosphorique produit avec la potasse un sel qui se dissout à peine dans l'eau froide, mais dont on ne peut cependant pas se servir comme précipitant. On ne connaît pas de substance qui puisse précipiter ainsi la soude. Tous les sels de soude connus sont, à l'exception des fluate, oxalate et camphorate de cet alcali, très-

solubles. Quoique l'ammoniaque ne soit pas précipitée, néanmoins sa présence se manifeste d'une manière sensible par son odeur, lorsqu'on mêle avec un alcali fixe les dissolutions qui la contiennent.

2. Terres alcalines.	Précipitans.
Barite..................	Acide sulfurique.
Strontiane.............	Acide sulfurique.
Chaux..................	Acide oxalique.
Magnésie..............	Acide phosphorique.

Terres alcalines.

Toutes les terres alcalines sont précipitées complètement par les carbonates alcalins, et on s'en sert ordinairement à cet effet. Les acides indiqués dans la table, précipitent également ces terres en totalité, pourvu qu'elles soient à l'état de combinaison avec une base alcaline, et qu'on prenne d'ailleurs les précautions convenables pour se garantir de l'influence des corps qui pourraient empêcher l'action de l'acide. Le sulfate de soude peut être considéré comme capable de précipiter complètement la barite de toutes dissolutions; mais il n'agit pas aussi puissamment sur la strontiane. L'action de l'oxalate d'ammoniaque sur la chaux est à-peu-près aussi énergique, pourvu qu'il n'y ait pas excès d'acide. Mais l'oxalate de chaux est soluble dans la plupart des acides. Nous n'avons pas de bon précipitant de la magnésie. On en découvre ordinairement la présence en séparant les autres corps et en la précipitant alors par un alcali. Le docteur Wollaston a proposé l'acide phosphorique comme précipitant de la magnésie, et il l'emploie pour cet objet d'une manière ingénieuse. Il ajoute du *carbonate d'ammoniaque* (à l'état neutre autant que possible) à une dissolution de magnésie. Il ne se manifeste pas de précipité, parce que l'acide carbonique suffit pour le tenir en dissolution; mais par une addition de phosphate de soude, le précipité a lieu dans un état de combinaison insoluble avec l'acide phosphorique.

3. Terres proprement dites.	Précipitans.	
Yttria..........	Ammoniaque,	ferrocyanate de potasse.
Glucine........	*Idem.*	*Idem.*
Zircone........	*Idem,*	hydro-sulfate de potasse.
Alumine........	*Idem.*	*Idem.*

Terres.

Toutes ces terres sont précipitées par les carbonates alcalins. Aucune d'elles ne peut être découverte et séparée par un précipitant qui lui soit particulièrement propre. La séparation s'opère par des moyens plus compliqués. On peut à-la-vérité reconnaître la présence de l'alumine dans une dissolution d'acide sulfurique par le moyen de la potasse, qui y produit la formation de cristaux d'alun qui se déposent peu-à-peu.

Oxides métalliques.

4. Oxides métalliques.	Précipitans.
Or.	Sulfate de fer. Nitrate de mercure.
Platine	Hydrochlorate d'ammoniaque.
Argent	Hydrochlorate de soude.
Mercure	Hydrochlorate de soude.
Palladium	Cyanure de Mercure.
Rhodium o,	Zinc.
Iridium o,	Zinc.
Osmium o,	Mercure.
Cuivre o,	Fer.
Fer	Succinate de soude, Benzoate de soude.
Nickel o,	Sulfate de potasse.
Etain	Perchlorure de mercure.
Plomb	Sulfate de soude.
Zinc o,	Carbonates alcalins.
Bismuth	Eau, hydrochlorate de soude.
Antimoine	Eau, hydro-sulfate de potasse.
Tellure	Eau.
Arsenic	Nitrate de plomb.
Cobalt o,	Carbonates alcalins.
Manganèse	Tartrate de potasse.
Chrôme	Nitrate de plomb.
Molybdène o	
Urane	Hydrocyanate de potasse, alcalis.
Tungstène o,	Chlorure de calcium.
Titane	Infusion de noix de galle.
Columbium	Zinc, infusion de noix de galle.
Cérium	Oxalate d'ammoniaque.

Presque tous les oxides métalliques sont susceptibles d'être précipités, soit complètement, soit en partie, par les alcalis, les carbonates alcalins ou les terres alcalines. L'hydrosulfate de potasse les précipite également presque tous;

mais il en est beaucoup qui peuvent, en outre, être séparés de dissolutions par des précipitans particuliers. On a indiqué, dans la table qui précède, ceux dont on se sert ordinairement.

Le sulfate de fer précipite l'or à l'état métallique. On l'emploie communément pour opérer la séparation de ce métal, excepté les cas où la dissolution contient du fer, et lorsqu'on cherche à en reconnaître la quantité; on peut alors faire usage de nitrate de mercure.

L'hydrochlorate d'ammoniaque précipite le platine de l'acide hydro-chloro-nitrique, à l'état d'une poudre jaune. Ce précipitant est celui qu'on emploie ordinairement, parce que l'hydrochlorate ammoniaco de platine est facilement décomposé par la chaleur.

L'argent est complètement précipité de presque toutes dissolutions par l'hydrochlorate de soude, le chlorure d'argent étant insoluble dans le plus grand nombre de liquides; c'est un des meilleurs précipitans que nous connaissions.

On découvre ordinairement la présence du mercure et on le sépare par sublimation. Il n'y a de bon précipitant de ce métal que lorsqu'il est à l'état de protoxide, et dans ce cas, l'hydrochlorate de soude le sépare presque complètement.

Le docteur Wollaston a fait voir que le palladium peut être précipité des dissolutions dans l'acide hydro-chloro-nitrique par le cyanure de mercure. On ne connaît pas de bon précipitant du rhodium. Le docteur Wollaston parvint à le mettre à l'état de séparation par le moyen de l'hydrochlorate de soude. On ne connaît pas non plus de bon précipitant de l'iridium et de l'osmium. Tennant réussit à séparer le premier de ces métaux par le zinc, et le second par le mercure.

On n'a point encore trouvé de précipitant salin du cuivre qui puisse être convenablement employé. On précipite ordinairement ce métal au moyen d'une lame de fer, ou par l'acide hydro-sulfurique.

On s'est servi avec beaucoup d'avantage du succinate ou benzoate de soude, ou d'ammoniaque pour précipiter le fer.

On ne sait pas quel peut être le précipitant du nickel. Proust fit usage du sulfate de potase pour le séparer du cobalt au moyen de cristallisations successivement répétées.

Il n'y a pas de bon précipitant de l'étain; on peut cepen-

dant en opérer assez complètement la séparation par le perchlorure de mercure. C'est le zinc qu'on emploie ordinairement pour le séparer des dissolutions.

Le plomb est précipité très-complètement de ses dissolutions par le sulfate de soude.

Les chimistes ne connaissent encore d'autres méthodes à employer pour obtenir le zinc de ses dissolutions, que de séparer d'abord toutes les terres et autres oxides métalliques avec lesquels il peut être uni, et de le précipiter alors par un carbonate alcalin.

Le bismuth est séparé de sa dissolution par l'eau et par l'hydrochlorate de soude. Le précipité de couleur blanche, ne noircit pas par son exposition aux rayons solaires; il n'est pas non plus soluble dans l'acide nitrique, ce qui suffit pour le distinguer du chlorure d'argent.

L'antimoine est précipité par l'eau. L'emploi de l'hydrosulfate de potasse ou d'ammoniaque, peut être nécessaire pour reconnaître la présence du métal par la couleur du précipité produit, qui est l'orangé.

Il paraît, d'après les expériences de Klaproth, que le tellure est précipité par l'eau. On ne connaît que peu de ses précipitans.

L'arsenic, à l'état d'oxide blanc, ne se sépare qu'imparfaitement par l'évaporation. L'hydro-sulfate de potasse le précipite en jaune; mais le meilleur moyen pour en reconnaître la quantité consiste à le convertir en acide, et à le précipiter alors par le nitrate de plomb.

Pour opérer la précipitation du cobalt, on ajoute du tartrate de potasse à une dissolution qui contient le métal, et on abandonne à elle-même la liqueur du mélange. Il s'y forme spontanément des cristaux rouges rhomboïdaux, qui sont du tartrate cobaltique de potasse. Ce moyen est assez bon pour obtenir le cobalt à-peu-près pur; mais on ne le sépare pas en totalité.

Richter a recommandé l'emploi du tartrate de potasse pour précipiter le manganèse. Il réussit jusqu'à un certain point, et spécialement si la dissolution n'est pas avec excès d'acide.

Le chrôme, lorsqu'il est à l'état d'acide, est précipité par le nitrate de plomb.

On ne connaît encore d'autre moyen de séparer le molyb-

dène des dissolutions acides que celui de l'évaporation. Il se dépose ainsi spontanément à l'état d'oxide.

On distingue parfaitement bien l'urane à la couleur brune du précipité qu'il produit par l'hydrocyanate de potasse. Les alcalis fixes le séparent complètement de ses dissolutions à l'état d'une poudre brune.

On ne parvient ordinairement à obtenir le tungstène à l'état de séparation, qu'en combinant son oxide avec l'ammoniaque, en évaporant à siccité et en calcinant alors le résidu.

Le titane est précipité par l'infusion de noix de galle sous forme analogue à celle du sang caillé. Le columbium est séparé à l'état d'une poudre blanche par une lame de zinc, et le cérium l'est de même par l'oxalate d'ammoniaque.

Acides.

5. Acides.	Précipitans.
Sulfurique............	Hydrochlorate de barite.
Sulfureux.............	Nitrate de plomb.
Phosphorique.........	Chlorure de calcium.
Carbonique...........	Hydrochlorate d'une terre alcaline.
Fluorique............	Chlorure de calcium.
Borique..............	Acide sulfurique.
Nitrique..............	O
Acétique.............	O
Benzoïque............	Acide hydrochlorique.
Succinique............	Sulfate de fer.
Moroxilique..........	Acétate de plomb.
Camphorique.........	O
Oxalique.............	Chlorure de calcium.
Mellitique............	Acétate de barite.
Tartarique............	Potasse.
Citrique..............	Acétate de chaux.
Saccho-lactique........	*Idem.*
Malique..............	O
Subérique............	Acide hydrochlorique.

Cette partie de la table exige à peine aucune explication. Lorsqu'un alcali ou un sel neutre est indiqué comme précipitant, l'acide se dépose à l'état d'un sel insoluble ; lorsque c'est un acide qu'on a employé, alors l'acide est précipité en petits cristaux. Lorsqu'il n'y a point de précipitant indiqué, c'est que, dans ce cas, l'acide ne forme point de sel insoluble connu et qu'il se dissout lui-même dans l'eau.

Lorsqu'un acide forme un sel insoluble avec une base quelconque, cet acide, ou ses sels, ont presque toujours la propriété de séparer la base des dissolutions qui la contiennent. La base et le sel qu'elle forme, agissent de la même manière lorsqu'on l'ajoute aux dissolutions qui contiennent l'acide. D'où il suit qu'il est d'une grande importance de connaître les sels insolubles que produisent les acides avec toutes les bases, parce qu'alors on peut toujours prévoir, à l'avance, l'effet du mélange de dissolutions salines. Si ce mélange contient une base et un acide quelconques, susceptibles de former un sel insoluble, ces substances se combinent ordinairement et se précipitent. Je crois, en conséquence, devoir insérer ici la table qui suit ; elle présente la solubilité de la plupart des sels jusqu'à présent examinés. La lettre *S* indique que le sel jouit à un très-haut degré de la propriété de se dissoudre ; celle *I* qu'il n'est pas sensiblement soluble, et la lettre *P* qu'il n'est que peu soluble, ou que sa faculté de dissolubilité n'excède pas un ou deux pour cent.

Table de la solubilité des sels.

ACIDES.	Sulfurique	Sulfureux	Phosphorique	Phosphoreux	Carbonique	Fluorique	Borique	Nitrique	Hydrochlorique	Chlorique
Cérium.	S	S	I		I			S	S	
Titane.	S		I		I			S	S	
Urane.	S			P		S		S	S	
Molybdène.	S		S			S	I	S	S	
Manganèse.	S		P		I	I	P	S	S	
Cobalt	S		S			S	P	S	S	
Arsenic.	P		P			P	P	S	S	
Tellure.	S							S	S	
Antimoine	P	I	S				I	I	S	
Bismuth.	P	I	S		I	[illegible]	I	S	S	
Zinc.	S	S	S		I	S	I	S	S	
Nickel.	S	S	P		I	S	P	S	S	
Oxide jaune de plomb.	I	I	I		I	I	I	S	P	
Etain.	S	S	I		I	S	I	S	S	
Fer.	S	S	I		I	S	I	S	S	S
Peroxide de cuivre.	S	S	I		I	S	P	S	S	S
Palladium.	S							S	S	
Mercure.	P	I	I		I	I	I	S	S I	
Peroxide d'argent.	P	P	I	I	I	I	I	S	I	S
Peroxide de platine.	S							S	S	
Peroxide d'or.	S							S	S	
Zircone.	I							S	S	
Alumine.	S	I	I	S	I	S	I	S	S	S
Glucine.	S		I		I			S	S	
Yttria.	S		I		I			S	S	
Magnésie.	S	S	S	P	I	I	P	S	S	S
Chaux.	P	P	I	I	I	I	P	S	S	S
Strontiane.	I	I	I		I		P	S	S	S
Barite.	I	I	I	P	I	P	I	S	S	S
Ammoniaque.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Soude.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Potasse.	S	S	P	S	S	S	S	S	S	S

ACIDES.	Arsenique......	Tungstique......	Molybdique......	Chrômique......	Columbique......	Acétique......	Benzoïque......	Succinique......	Moroxilique......	Camphorique......
Cérium.	I		I			S	I	P		
Titane.	I									
Urane.	I	P	I			S				
Molybdène.	P		I			S		S		
Manganèse.	P					S	S	S		
Cobalt.	S					S				
Arsenic.	I					S	S			
Tellure.										
Antimoine.	I		I			S	S	S		
Bismuth.	I		I			S	S	S		
Zinc.	I	I	I	I		S	S	S		
Nickel.	S		I			S				
Oxide jaune de plomb.	I	I	I	I		S	S	P		
Etain.	I					S		S		
Fer.	I	I	I		I	S	S	I		
Peroxide de cuivre.	S	I	I	I		S	S			
Palladium.										
Mercure.	I	I	P	I		S	I	S		
Peroxide d'argent.	I		I	I		S	S	S	S	
Peroxide de platine.						S	P			
Peroxide d'or.						S				
Zircone.						S				
Alumine.	I	I				S	S			
Glucine.						S		I		
Yttria.	I					S		P		
Magnésie.		S	S			S	S	S		
Chaux.	I	I	I	S		S	S	P	P	
Strontiane.	I					S				
Barite.	I	I		I		S	S	P		P
Ammoniaque.	S	S	S			S	S	S	S	P
Soude.	S	S	S			S	S	S	S	P
Potasse.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	P

ACIDES.	Oxalique	Mellitique	Tartarique	Citrique	Saccholactique	Malique	Subérique	Formique
Cérium.	I		I	S				
Titane.	P		P					
Urane.			P					
Molybdène.	S		S					
Manganèse.	I		S					
Cobalt.		S	S					
Arsenic.	S		S					
Tellure.								
Antimoine.	P		S					
Bismuth.	P		I					
Zinc.			P	P		S		
Nickel.								
Oxide jaune de plomb.	P	P	I	P	I	I	I	
Etain.	S		S					
Fer.	S	P	S	S	S	S	S	S
Peroxide de cuivre.	P	P	S	S	S	S	S	S
Palladium.								
Mercure.	P	I	I	P	I	I		
Peroxide d'argent.	P	S	S	I	I	P		
Peroxide de platine.	S							
Peroxide d'or.								
Zircone.								
Alumine.	S	I	S		I	P	S	
Glucine.								
Yttria.	I		S					
Magnésie.	I	I	I		I	S	S	
Chaux.	I	I	I	P	I	P	P	S
Strontiane.	I		P	P				
Barite.	I	I	P	P	I	P	P	
Ammoniaque.	S	S	S	S	S	S	S	S
Soude.	S	S	S	S	S	S	S	S
Potasse.	S	S	S	S	S	S	S	S

Plusieurs de ces sels cependant, quoiqu'étant insolubles dans l'eau, sont néanmoins solubles dans plusieurs dissolutions salines ou acides; et c'est à raison de cette circonstance que le précipité ne se manifeste pas dans tous les cas de mélange comme autrement cela aurait lieu.

SECTION III.

De la Précipitation.

Il résulte des observations exposées dans la précédente section, ainsi que des tables qu'on y a présentées, que les seules substances qui puissent être précipitées de leurs dissolutions sont; parmi les bases, les terres et les oxides métalliques, et ceux des acides qui sont à-peu-près insolubles dans l'eau; tandis que les alcalis et les acides solubles ne peuvent être précipités. Il nous reste à considérer et l'état des précipités obtenus et les moyens de les produire.

Conformément à la théorie des attractions électives, une substance est précipitée lorsque son affinité pour le dissolvant est moindre que celle qu'elle a pour le précipitant. Le précipité est donc pur, et la précipitation complètement opérée, si l'on emploie le précipitant en quantité suffisante. Cette notion des causes et des effets de la précipitation n'est plus la même depuis que Berthollet a fait voir que, dans tous les cas, l'acide est partagé entre la base avec laquelle il était déja combiné et la base employée comme dissolvant, et que la quantité de l'acide qui s'unit à chacune d'elles dépend de l'affinité et de la quantité employée. S'il arrive que la première base soit insoluble, la portion qui en sera ainsi dégagée devra se précipiter. Par cette séparation, la masse du précipitant se trouvera augmentée relativement à celle de la base précipitée; elle agira donc avec d'autant plus d'énergie, et ainsi la quantité de cette première base précipitée en devient plus considérable. Mais il n'a pas été prouvé que de cette manière une substance soit capable de précipiter chaque atôme d'une autre; quoique, dans quelques cas, la décomposition soit si approximativement complète, qu'on peut, sans erreur sensible, la considérer comme telle. C'est ce qui

arrive lorsqu'on se sert de potasse ou de soude pures pour précipiter la magnésie ; ou lorsqu'on emploie l'ammoniaque pour opérer la précipitation de l'alumine ou du peroxide de fer. Dans d'autres circonstances l'action est très-limitée. C'est ainsi que la potasse ne paraît pas capable de précipiter complètement la barite ou la strontiane de leurs dissolutions dans les acides; de même que l'ammoniaque ne peut séparer en totalité la magnésie des acides qui la dissolvent.

Lorsque la base à précipiter est susceptible de former un composé insoluble avec une proportion moindre de l'acide avec lequel elle est combinée, il est évident qu'alors la précipitation commencera à avoir lieu dès que le composé sera réduit par l'action du précipitant à l'état d'insolubilité. Ces sortes de précipités ne peuvent consister dans les bases pures. Ils doivent tous être à l'état de sous-sels. Ainsi donc pour savoir si un précipité doit être ou non une base pure, il suffit de connaître la nature de tous les composés que cette base peut former avec l'acide qui la tient en dissolution. S'ils sont tous très-solubles, on en peut conclure que le précipité est à l'état d'une base pure ou à-peu-près telle; mais si aucun d'eux est insoluble, il faut s'attendre à trouver, au-moins en partie, le précipité à l'état d'un sous-sel. Les terres alcalines forment à peine des sous-sels insolubles; mais l'alumine et un très-grand nombre des oxides métalliques ont cette propriété; et c'est par cette raison, que l'alumine et plusieurs des oxides métalliques, après avoir été séparés d'un acide par précipitation, le précipité contient encore une certaine portion d'acide qui lui est unie. Effet de l'insolubilité.

La tendance de plusieurs oxides métalliques à former des sous-sels est telle, qu'il suffit d'une addition d'eau pour les précipiter. C'est ce qui a particulièrement lieu avec le bismuth et l'antimoine, et avec quelques-uns des sels oxigénés de mercure.

La considération du phénomène de la précipitation des métaux de leurs dissolutions, par le moyen d'autres métaux, embarrassa pendant long-temps les chimistes. Berthollet en donna l'explication en supposant que le précipité est un alliage. Cette observation est très-fondée sans doute pour quelques cas, mais elle ne peut se rapporter qu'à la couche mince du précipité qui avoisine le métal précipitant. Ainsi, par exemple, lorsque le zinc précipite Précipitation des métaux.

le cuivre, la couche du précipité près le cylindre de zinc contient toujours un peu de ce dernier métal. La même remarque s'applique probablement au précipité de l'argent par le cuivre. Mais dans celui du cuivre par le fer, je n'ai trouvé aucun mélange de fer lorsque ce métal a été poli et qu'il n'est pas corrodé inégalement. L'opinion énoncée par M. Sylvestre, que les précipités métalliques sont toujours produits par l'action du galvanisme, me paraît être la plus probable de toutes. C'est alors réellement l'hydrogène qui réduit et précipite les métaux dans tous les cas; de sorte qu'ils sont séparés ou à l'état de pureté ou à celui d'union avec l'hydrogène, selon que les métaux ont ou n'ont pas la propriété de se combiner avec ce principe.

Des acides.

Lorsque pour opérer la précipitation d'un acide soluble on emploie une base, la substance qui se dépose est toujours un composé qui consiste dans l'acide uni à la base dont on a fait usage. Dans ce cas, comme dans le précédent, l'acide est ou séparé en totalité, ou sa précipitation est incomplète suivant l'énergie de la base employée et le degré d'insolubilité du sel formé.

Précipitation par les sels neutres.

Lorsque c'est un sel neutre qu'on emploie comme précipitant, la substance précipitée est toujours un composé. Elle consiste dans la combinaison de l'une des parties constituantes du sel précipitant avec l'une des parties constituantes du sel en dissolution. On ne peut se servir, à cet effet, que de ceux des sels qu'on sait devoir former des composés insolubles avec l'acide ou la base dont il s'agit d'opérer la séparation. Dans ces cas, la séparation est complète lorsque le nouveau sel produit est entièrement insoluble. Les sels neutres, employés comme précipitans, remplissent en général beaucoup plus promptement et plus complètement cet objet que des bases pures ou des acides. C'est ainsi que les carbonates alcalins sont beaucoup plus efficaces pour la précipitation des terres que les alcalis purs, et que la barite est séparée plus promptement par le sulfate de soude que par l'acide sulfurique pur. Cette supériorité d'action est due, en partie, à l'action combinée de l'acide et de la base, et en partie à ce que l'action d'un sel neutre sur le précipité, est comparativement moindre que celle d'un acide ou d'un alcali.

Car ce n'est pas à raison de ce qu'ils sont insolubles dans l'eau que la précipitation des sels a lieu, mais bien parce que

le liquide particulier dans lequel se produit le précipité ne peut les tenir en dissolution ; et s'il arrive que ce liquide soit capable de dissoudre un sel particulier quelconque, ce sel ne se précipitera pas, quoiqu'étant même insoluble dans l'eau. C'est par cette raison que les précipités disparaissent si souvent dans des dissolutions qui contiennent un excès d'acide ou d'alcali, etc.

Séparation des sels des dissolutions

Lorsqu'on a mêlé ensemble différens sels, ils se séparent ou spontanément, ou par évaporation, suivant l'ordre de leur solubilité. Ceux qui sont insolubles se précipitent immédiatement dans le mélange, et ceux qui sont le moins solubles cristallisent les premiers par l'évaporation de la dissolution. La potasse forme avec l'acide sulfurique un sel beaucoup moins soluble que le sulfate de soude; c'est par cette raison qu'on lui a supposé, pour l'acide sulfurique, et, par analogie, pour les acides en général, une affinité plus forte que celle de la soude; car en mêlant du sulfate de soude avec la plupart des sels de potasse, on obtient par l'évaporation du sulfate de potasse.

Mais dans les cas de mélanges de deux sels, leurs proportions influent beaucoup sur les sels produits. Les mêmes sels résultant d'un mélange dans une certaine proportion ne s'obtiendraient pas de ce mélange dans une proportion différente. C'est ce qui semble évident par l'exposé des expériences suivantes de Berthollet.

SELS MÊLÉS.	Proportions.	Précipités.	ÉVAPORATION. 1re.	2e.	EAU MÈRE.
Nitrate de chaux. Sulfate de potasse.	1 1	Sulfate de chaux.	Nitrate de potasse; Sulfate de chaux.	Un peu de sulfate de potasse;	En petite quantité.
Idem.	1 2	*Idem.*	Sulfate de potasse; Sulfate de chaux.	Nitrate de potasse; sulfate de *id.* sulfate de chaux.	En très-petite quantité.
Idem.	2 1	*Idem.*	Sulfate de chaux; Nitrate de potasse.	Nitrate de potasse; très peu de sulfate de chaux.	Abondante [1].
Sulfate de soude. Nitrate de chaux.	1 1	Sulfate de chaux.	Nitrate de soude.	Nitrate de soude.	Abondante [2].
Idem.	2 1	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	*Idem* [3].

1 Composée de nitrate de chaux et de nitrate de potasse.
2 Composée vraisemblablement de sulfate et de nitrate de soude.
3 Composée de nitrate de soude et de chaux.

SELS MÊLÉS.	Proportions.	ÉVAPORATION. 1re.	2e.	3e.	EAU MÈRE.
Sulfate de soude. Nitrate de potasse.	1 1	Sulfate de potasse ; un peu de nitrate de potasse.	Nitrate de potasse ; un peu de sulfate de potasse.	Nitrate de soude ; un peu de nitrate de potasse.	Considérable [1].
Idem.	2 1	Sulfate de potasse.	Sulfate de potasse ; un peu de nitrate de potasse.	Sulfate de potasse ; nitrate de potasse ; nitrate de soude.	*Idem* [1].
Nitrate de potasse. Hydrochlorate de chaux.	1 1	Nitrate de potasse.	Hydrochlorate de potasse ; un peu de nitrate de potasse.	»	Abondante [2].
Idem.	1 2	Hydrochlorate de potasse.	»	»	*Idem.* [2].
Hydrochlorate de potasse. Nitrate de chaux.	1 1	Nitrate de potasse ; de l'hydroclorate de potasse.	Hydrochlorate de potasse; du nitrate de potasse.	»	*Idem* [2].
Sulfate de potasse. Hydrochlorate de magnésie.	1 1	Sulfate de potasse.	Sulfate de potasse ; Hydrochlorate de potasse ; sulfate de potasse et de magnésie.	Hydrochlorate de potasse ; Sulfate de magnésie.	Considérable [3].
Idem.	1 2	*Idem.*	Hydrochlorate de potasse ; sulfate de potasse et de magnésie.	*Idem.*	*Idem.*

1 Contenant l'un et l'autre sels

2 Composée de nitrate et d'hydrochlorate de chaux:

3 Composée de tous les ingrédiens salins.

L'eau mère, ou le liquide qui reste après que les sels mélangés ont été séparés par la cristallisation, contient presque toujours plusieurs sels, ou plutôt leurs parties composantes dont la cristallisation a été empêchée par leur action mutuelle l'une sur l'autre; d'où il suit que la quantité de cette eau mère est toujours d'autant plus grande que les sels sont plus solubles, c'est-à dire qu'ils ont moins de disposition à cristalliser.

Tel est en raccourci l'exposé de l'ingénieuse doctrine de Berthollet sur la précipitation, présentée avec plus de détail dans sa Statique chimique.

SECTION IV.

De la Volatilisation.

On a vu dans la précédente section que la décomposition résulte de l'insolubilité de quelques-uns des composans. Elle a également lieu, suivant Berthollet, en vertu de l'élasticité de quelques-uns d'eux. Ainsi lorsqu'on verse un acide dans la dissolution d'un carbonate alcalin, l'acide carbonique prend la forme gazeuse, se dégage, et ainsi la décomposition est complète. De même aussi, en ajoutant un alcali à une dissolution d'hydrochlorate d'ammoniaque, l'ammoniaque devient élastique et s'échappe de la dissolution.

Effet de l'élasticité.

Cette séparation, quoique s'opérant précisément en sens inverse de la première, est fondée cependant sur des principes semblables. Lorsqu'on ajoute de l'acide sulfurique à du carbonate de soude, les deux acides se divisent la base entre eux, en raison de leurs affinité et quantité; mais lorsque la proportion de la base est diminuée, une partie de l'acide carbonique est rendue capable de recouvrer sa forme élastique. Cet acide se dégage, et sa quantité devenant ainsi moindre, l'action de ce qui en reste est par conséquent plus faible; l'acide sulfurique pouvant alors agir avec plus d'énergie, il prend une plus grande portion de base; il se fait un nouveau dégagement d'acide carbonique. C'est ainsi que la décomposition s'opère successivement d'une manière complète, non pas en raison de ce que l'affinité de l'acide carbonique pour la soude est plus faible, mais parce que cet acide est élastique.

On peut donc établir comme règle générale que les acides élastiques sont déplacés par les acides fixes, pourvu qu'ils

soient susceptibles de supporter un degré suffisant de chaleur sans se décomposer. C'est par cette raison que les décompositions par la *voie sèche*, c'est-à-dire, celles qui ont lieu lorsqu'on provoque l'action des substances entre elles par une chaleur capable de mettre l'une d'elles à l'état de fusion, diffèrent beaucoup de celles produites lorsque l'action entre les substances s'opère dans l'eau.

C'est également ainsi, qu'à un degré de chaleur convenable, l'ammoniaque est séparée des acides par les alcalis fixes et la plupart des terres, et que beaucoup des métaux enlèvent le soufre au mercure.

A ces effets les plus ordinaires de l'élasticité, il est cependant plusieurs exceptions. Elles semblent dépendre de la condensation du fluide élastique, de l'intimité de son union avec l'autre corps, et de l'affinité des substances qu'on emploie pour opérer la séparation. Ces circonstances d'exceptions à la loi générale ont toutes été prises en considération et examinées avec soin par Berthollet, qui a traité ce sujet dans une grande étendue et avec cette sagacité ordinaire qui le distingue *.

Table de Décompositions chimiques.

I. *Alcalis.*

Acides sulfurique.	Acides tartarique.	Acides saccholactique.
— nitrique.	— arsenique.	— borique.
— hydrochlorique.	— succinique.	— sulfureux.
— phosphorique.	— citrique.	— nitreux.
— fluorique.	— formique.	— carbonique.
— oxalique.	— benzoïque.	— hydrocyanique.
	— acétique.	

II. *Barite et Strontiane.*

Sulfurique.	Hydrochlorique.	Acétique.
Oxalique.	Subérique.	Borique.
Succinique.	Citrique.	Sulfureux.
Fluorique.	Tartarique.	Nitreux.
Phosphorique.	Arsenique.	Carbonique.
Saccholactique.	Benzoïque.	Hydrocyanique.
Nitrique.		

III. *Chaux.*

Oxalique.	Phosphorique.	Subérique.
Sulfurique.	Saccholactique.	Fluorique.
Tartarique.	Nitrique.	Arsenique.
Succinique.	Hydrochlorique.	Citrique.

* Statique chimique. I, 308.

Malique.	Borique.	Carbonique.
Benzoïque.	Sulfureux.	Hydrocyanique.
Acétique.	Nitreux.	

IV. *Magnésie.*

Oxalique.	Nitrique.	Acétique.
Phosphorique.	Hydrochlorique.	Borique.
Sulfurique.	Tartarique.	Sulfureux.
Fluorique.	Citrique.	Nitreux.
Arsenique.	Malique.	Carbonique.
Saccholactique.	Benzoïque.	Hydrocyanique.
Succinique.		

V. *Alumine.*

Sulfurique.	Tartarique.	Acétique.
Nitrique.	Succinique.	Borique.
Hydrochlorique.	Saccholactique.	Sulfureux.
Oxalique.	Citrique.	Nitreux.
Arsenique.	Phosphorique.	Carbonique.
Fluorique.	Benzoïque.	Hydrocyanique.

VI. *Oxide d'Or.*

Acides hydrochlorique.	Acides sulfurique.	Acides tartarique.
— nitrique.	— arsenique.	— phosphorique.
	— fluorique.	— hydrocyanique.

VII. *Oxide d'Argent.*

Acides hydrochlorique.	Acides sulfureux.	Acides formique.
— oxalique.	— nitrique.	— acétique.
— sulfurique.	— arsenique.	— succinique.
— saccholactique.	— fluorique.	— hydrocyanique.
— phosphorique.	— tartarique.	— carbonique.
	— citrique.	

VIII. *Oxides de Mercure.*

Acides hydrochlorique.	Acides sulfurique.	Acides fluorique.
— oxalique.	— saccholactique.	— acétique.
— succinique.	— tartarique.	— borique.
— arsenique.	— citrique.	— hydrocianique.
— phosphorique.	— sulfureux.	— carbonique.
	— nitrique.	

IX. *Oxide de cuivre.*

Acides oxalique.	Acides arsenique.	Acides formique.
— tartarique.	— phosphorique.	— acétique.
— hydrochlorique.	— succinique.	— borique.
— sulfurique.	— fluorique.	— hydrocyanique.
— saccholactique.	— citrique.	— carbonique.
— nitrique.		

X. *Oxide de fer.*

Acides oxalique.	Acides nitrique.	Acides formique.
— tartareux.	— phosphorique.	— acétique.

— camphorique.	— arsenique.	— borique.
— sulfurique.	— fluorique.	— hydrocyanique.
— saccholactique.	— succinique.	— carbonique.
— hydrochlorique.	— citrique.	

XI. *Oxide de nickel.*

Acides oxalique.	Acides fluorique.	Acides acétique.
— hydrochlorique.	— saccholactique.	— arsenique.
— sulfurique.	— succinique.	— borique.
— tartarique.	— citrique.	— hydrocyanique.
— nitrique.	— formique.	— carbonique.
— phosphorique.		

XII. *Oxide d'étain.*

Acides tartarique.	Acides phosphorique.	Acides citrique.
— hydrochlorique.	— nitrique.	— formique.
— sulfurique.	— succinique.	— acétique.
— oxalique.	— fluorique.	— borique.
— arsenique.	— saccholactique.	— hydrocyanique.

XIII. *Oxide de plomb.*

Acides sulfurique.	Acides phosphorique.	Acides formique.
— saccholactique.	— sulfureux.	— acétique.
— oxalique.	— subérique.	— borique.
— arsenique.	— nitrique.	— hydrocyanique.
— tartarique.	— fluorique.	— carbonique.
— hydrochlorique.	— citrique.	

XIV. *Oxide de zinc.*

Acides oxalique.	Acides phosphorique.	Acides formique.
— sulfurique.	— citrique.	— acétique.
— hydrochlorique,	— succinique.	— borique.
— saccholactique.	— fluorique.	— hydrocyanique.
— nitrique.	— arsenique.	— carbonique.
— tartarique.		

XV. *Oxide de bismuth.*

Acides oxalique.	Acides benzoïque.	Acides citrique.
— arsenique.	— nitrique.	— formique.
— tartarique.	— fluorique.	— acétique.
— phosphorique.	— saccholactique.	— hydrocyanique.
— sulfurique.	— succinique.	— carbonique.
— hydrochlorique.		

XVI. *Oxide d'antimoine.*

Acides hydrochlorique.	Acides tartarique.	Acides arsenique.
	— saccholactique.	— formique.
— benzoïque.	— phosphorique.	— acétique.
— oxalique.	— citrique.	— borique.
— sulfurique.	— succinique.	— hydrocyanique.
— nitrique.	— fluorique.	— carbonique.

XVII. *Oxide d'arsenic.*

Acides hydrochlorique.
— oxalique.
— sulfurique.
— nitrique.
Acides tartarique.
— phosphorique.
— fluorique.
— saccholactique.
— succinique.
Acides citrique.
— formique.
— arsenique.
— acétique.
— hydrocyanique.

XVIII. *Oxide de cobalt.*

Acides oxalique.
— hydrochlorique.
— sulfurique.
— tartarique.
— nitrique.
— phosphorique.
Acides fluorique.
— saccholactique.
— succinique.
— citrique.
— formique.
Acides acétique.
— arsenique.
— borique.
— hydrocyanique.
— carbonique.

XIX. *Oxide de manganèse.*

Acides oxalique.
— citrique.
— phosphorique.
— tartarique.
— fluorique.
Acides hydrochlorique.
— sulfurique.
— nitrique.
— saccholactique.
Acides succinique.
— formique.
— acétique.
— hydrocyanique.
— carbonique.

XX. *Oxide de titane.*

Acides phosphorique.
— arsenique.
— oxalique.
Acides sulfurique.
— hydrochlorique.
Acides nitrique.
— acétique.

XXI. *Acide sulfurique.*

Barite.
Strontiane.
Potasse.
Soude.
Chaux.
Magnésie.
Ammoniaque.
Glucine.
Yttria.
Alumine.
Zircone.

XXII. *Acide sulfureux.*

Barite.
Chaux.
Potasse.
Soude.
Srontiane.
Magnésie. }
Ammoniaque. }
Glucine.
Alumine.
Zircone.

XXIII. *Acide phosphorique.*

Barite.
Strontiane.
Chaux.
Potasse.
Soude.
Ammoniaque.
Magnésie.
Glucine.
Alumine.
Zircone.

XXIV. *Acide phosphoreux.*

Chaux.
Barite.
Strontiane.
Potasse.
Soude.
Ammoniaque.
Glucine.
Alumine.
Zircone.

XXV. *Acide carbonique.*

Barite.
Strontiane.
Chaux.
Potasse.
Soude.
Magnésie.
Ammoniaque.
Glucine.
Zircone.

XXVI. *Acide nitrique.*

Barite.	Chaux.	Glucine.
Potasse.	Magnésie.	Alumine.
Soude.	Ammoniaque.	Zircone.
Strontiane.		

XXVII et XXVIII. *Acides hydrochlorique et acétique.*

Barite.	Chaux.	Glucine.
Potasse.	Ammoniaque.	Alumine.
Soude.	Magnésie.	Zircone.
Strontiane.		

XXIX. *Acide chlorique.*

Potasse.	Strontiane.	Magnésie.
Soude.	Chaux.	Alumine.
Barite.	Ammoniaque.	

XXX, XXXI, XXXII et XXXIII. *Acides fluorique, borique, arsenique et tungstique.*

Chaux.	Potasse.	Glucine.
Barite.	Soude.	Alumine.
Strontiane.	Ammoniaque.	Zircone.
Magnésie.		

XXXIV. *Acide oxalique.*

Chaux.	Magnésie.	Ammoniaque
Barite.	Potasse.	Alumine.
Strontiane.	Soude.	

XXXV. *Acide citrique.*

Chaux.	Magnésie.	Ammoniaque.
Barite.	Potasse.	Alumine.
Strontiane.	Soude.	Zircone.

XXXVI. *Acide benzoïque.*

Potasse.	Barite.	Magnésie.
Soude.	Chaux.	Alumine.
Ammoniaque.		

XXXVII. *Acide succinique.*

Barite.	Soude.	Magnésie.
Chaux.	Ammoniaque.	Alumine.
Potasse.		

XXXVIII. *Acide camphorique.*

Chaux.	Barite.	Alumine.
Potasse.	Ammoniaque.	Magnésie.
Soude.		

XXXIX. *Acide subérique.*

Barite.	Chaux.	Magnésie.
Potasse.	Ammoniaque.	Alumine.
Soude.		

XL. *Acide hydrocyanique.*

Barite.	Soude.	Magnésie.
Strontiane.	Chaux.	Ammoniaque.
Potasse.		

XLI. *Huiles.*

Chaux.	Magnésie.	Autres oxides métalliques.
Barite.	Ammoniaque.	Alumine.
Alcalis fixes.	Oxide de mercure.	

SECONDE PARTIE.

EXAMEN CHIMIQUE DE LA NATURE.

Après avoir présenté l'exposition complète des principes de la chimie, et donné une description détaillée des différentes substances dont la connaissance est nécessaire pour l'étude et la pratique de cette science, je me propose de considérer, dans cette seconde partie, les substances diverses telles qu'elles existent comme constituant matériellement le globe. Nous pourrons ainsi nous assurer jusqu'à quel point il est possible, avec le secours de la chimie, d'expliquer leur nature et de rendre raison des changemens qu'elles produisent les unes sur les autres. Or, on peut concevoir la composition de l'ensemble du globe, autant qu'il est en notre pouvoir de la reconnaître, comme essentiellement formée de la manière suivante :

1. L'atmosphère.
2. Les eaux.
3. Les minéraux.
4. Les végétaux.
5. Les animaux.

La considération de chacune de ces divisions sera l'objet des cinq livres qui suivent.

LIVRE PREMIER.

DE L'ATMOSPHÈRE.

L'ATMOSPHÈRE est ce fluide élastique invisible qui environne la terre à une hauteur qui nous est inconnue, et qui l'enveloppe de tous côtés. Ce fluide fut ainsi nommé par les Grecs, à raison des vapeurs qui s'y trouvent continuellement mêlées. Lorsque le chimiste porte son attention sur l'atmosphère, ce qui doit naturellement la fixer d'abord, c'est la recherche des substances qui la composent; le chapitre qui suit sera donc consacré à l'examen des parties constituantes de l'atmosphère.

CHAPITRE PREMIER.

Composition de l'Atmosphère.

Opinions des anciens.

LES anciens ne paraissent pas s'être beaucoup occupés ni des propriétés, ni de la composition de l'atmosphère. Aristote la considéra comme un des quatre élémens, placé entre les régions de l'*eau* et du *feu*, et mélangé avec deux *exhalaisons*, l'une *sèche*, et l'autre *humide*. C'est à la première de ces exhalaisons qu'il attribuait la formation du tonnerre, des éclairs et du vent; la seconde produisait la pluie, la neige et la grêle. Les anciens semblent, en général, avoir regardé la couleur bleue du firmament comme essentielle à l'atmosphère; et plusieurs de leurs physiciens pensaient qu'elle était le principe constituant d'autres corps, ou, au-moins, que cet air et

d'autres corps peuvent être réciproquement convertis les uns dans les autres *. Mais ces opinions restèrent dans le vague des conjectures jusqu'à ce que la matière eût été éclaircie par la sagacité de Hales et de ceux des savans qui suivirent son illustre carrière.

Découvertes des modernes.

Nous n'en étions pas encore au temps de Bacon, qui le premier apprit aux hommes à examiner les phénomènes de la nature, que déjà on s'occupait de recherches précises sur l'atmosphère. Galilée en commença l'étude en faisant voir qu'elle était pesante; propriété qui bientôt après fut mise dans son plus grand jour par Toricelli, Pascal, etc. Celles de sa densité et de son élasticité furent reconnues par Boyle et par les académiciens de Florence. Mariotte mesura sa dilatabilité; Hook, Newton, Boyle, Derham, découvrirent ses rapports avec la lumière, le son et l'électricité. Newton expliqua les effets qu'elle éprouve de l'humidité; d'où Halley essaya de déduire la cause des variations dans son poids, indiquées par le baromètre. Mais une énumération complète des découvertes qui ont été faites sur l'atmosphère est en général du ressort de la *pneumatique*, science qui a essentiellement pour objet la considération des propriétés mécaniques de l'air.

Parties constituantes de l'atmosphère.

La connaissance des parties composantes de l'atmosphère ne marcha pas de pair avec la recherche de ses propriétés mécaniques. Les opinions des plus anciens chimistes à ce sujet sont trop vagues et trop absurdes pour mériter aucune mention particulière. Cependant Boyle et ses contemporains mirent ce fait hors de doute que l'atmosphère contenait deux substances distinctes. 1.° Un fluide élastique qu'ils désignèrent par le nom d'*air;* 2.° de l'eau à l'état de vapeur. Outre ces deux corps, on supposa qu'il existait encore dans l'atmosphère une grande variété d'autres substances qui s'y mêlaient continuellement en se dégageant de la terre; qui souvent en altéraient les propriétés et la rendaient nuisible ou

---

* Ainsi on lit dans Lucrèce :

Semper enim quodcumque fluit de rebus, id omne
Aeris in magnum fertur mare : qui nisi contrà
Corpora retribuat rebus, recreetque fluentis,
Omnia jam resoluta forent, et in aera versa.
Haud igitur cessat gigni de rebus, et in res
Recidere assidue, quoniam fluere omnia constat. Lib. V, 27.

funeste. Depuis la découverte, par le docteur Black, du gaz acide carbonique, on s'est assuré que ce fluide élastique entre toujours dans la composition de l'atmosphère, et que par conséquent ses parties constituantes sont :

1. Air.	3. Gaz acide carbonique.
2. Eau.	4. Corps inconnus.

Nous traiterons séparément de chacune de ces parties dans les quatre sections suivantes. Mais avant de procéder à l'examen de leurs propriétés, et à la détermination de leur proportion dans l'air, il sera bon d'essayer de connaître par le calcul la masse totale de l'atmosphère qui environne la terre. Cette évaluation nous donnera les moyens d'établir celle de ses différentes parties constituantes, et par conséquent, de nous assurer jusqu'à quel point les quantités de chacune d'elles s'accordent avec les diverses théories chimiques concernant l'influence de ces corps sur les différens règnes de la nature.

Sa quantité absolue.

Il a été démontré, en mécanique, que le poids d'une colonne de l'atmosphère, dont la base est de 645 millimètres carrés, est égal à celui d'une colonne de mercure de même base, et faisant équilibre à l'atmosphère dans le tube barométrique. Or, supposons que la hauteur moyenne du baromètre soit d'environ 760 millimètres. Soit R le rayon de la terre; r la hauteur du mercure dans le baromètre; π le rapport entre la circonférence d'un cercle et de son diamètre; la solidité de la terre est $\frac{4\pi R^3}{3}$; la solidité de la sphère composée de la terre et d'une quantité de mercure environnant égale au poids de l'atmosphère, est $\frac{4\pi (R+r)^3}{3}$; par conséquent la solidité de la sphère creuse de mercure égale au poids de l'atmosphère, est $\frac{4\pi (R+r)^3}{3} - \frac{4\pi R^3}{3} =$ $4\pi \left(R^2 r + r^2 R + \frac{r^3}{3}\right)$, ou $4\pi R^2 r$, en négligeant les termes contenant r^2 et r^3. Cette formule, en substituant à π, R^2 et r, leurs valeurs connues, donne la solidité de la sphère creuse de mercure en mesures cubes. Mais comme 1 décimètre cube de mercure pèse environ 13,5 kilogrammes,

on aura, pour le poids total moyen de l'atmosphère, environ 86,594,456,004,795,636 myriagrammes.

SECTION PREMIÈRE.

De l'Air.

Air, fluide élastique.

Il paraît qu'on se servit d'abord du mot AIR pour désigner l'atmosphère en général; mais depuis, la signification de ce terme fut restreinte par les physiciens, et elle ne s'appliqua plus qu'au fluide élastique qui constitue la plus grande et la plus importante partie de l'atmosphère, abstraction faite de l'eau et des autres corps étrangers qui s'y trouvent accidentellement mêlés. On considéra pendant très-longtemps comme air, qu'on supposait avoir exactement les mêmes propriétés que celui de l'atmosphère, tous les fluides élastiques permanens, quelles que fussent les combinaisons dont ils étaient dégagés. Van Helmont soupçonna, il est vrai, que des fluides élastiques jouissaient de propriétés différentes; et Boyle aussi s'était assuré que tous n'étaient pas capables d'entretenir la combustion comme l'air. Mais ce ne fut qu'à l'époque des découvertes de Cavendish et de Priestley, d'où résulta la connaissance des propriétés particulières d'un grand nombre de fluides élastiques, que les physiciens commencèrent à se persuader qu'il en existait en effet de différentes espèces. En conséquence de cette découverte, le mot *air* devint générique : il fut donné par Priestley, et en général par les physiciens anglais et suédois, à tous les fluides élastiques permanens, et l'air de l'atmosphère fut distingué en le qualifiant particulièrement d'air *ordinaire* ou *atmosphérique*. Cependant Macquer pensa qu'il était plus convenable de se servir du terme *gaz*, que Van Helmont avait d'abord employé, pour désigner tous les fluides élastiques permanens autres que l'air atmosphérique, et de réserver exclusivement la dénomination d'*air* à ce dernier fluide. Cette innovation ne présentait rien de bien nécessaire; mais comme elle est aujourd'hui généralement adoptée, il convient de s'y conformer. Ainsi donc par le mot *air*, je n'entendrai parler dans cette section que de l'*air* ordinaire, ou du fluide qui constitue en plus grande partie l'atmosphère.

Les substances étrangères en état de mélange avec l'air, ou qui lui sont unies dans la composition de l'atmosphère, sont, en quantités, comparativement si petites, qu'elles ne peuvent pas influer d'une manière sensible sur ses propriétés. On peut donc considérer l'air atmosphérique, dans son état habituel de sécheresse, comme étant suffisamment pur pour être examiné.

Pesanteur spécifique.

1. L'air est un fluide élastique, invisible à-la-vérité, mais facilement reconnaissable par ses propriétés. On exprime ordinairement par 1,000 sa pesanteur spécifique, sous la pression barométrique de 76 centim., à une élévation du thermomètre entre 15 et 16° centig. Il est 828 fois plus léger que l'eau. Un décimètre cube d'air atmosphérique pèse environ 1g,205, suivant les expériences de George Shuckburgh.

Densité.

Mais l'air étant un fluide élastique, et comprimé à la surface de la terre par tout le poids des couches supérieures de l'atmosphère, sa densité diminue selon qu'il est plus élevé au-dessus de cette surface. Par les expériences de Pascal, de Deluc, du général Roy, etc., il a été reconnu que cette diminution de la densité a lieu en proportion de la diminution de la compression. Il s'ensuit que la densité décroît en progression géométrique, tandis que les hauteurs augmentent en progression arithmétique.

Bouguer avait soupçonné, d'après ses opérations faites sur les Andes, qu'à des hauteurs considérables la densité de l'air cesse d'être proportionnelle à la force qui le comprime [1]; mais les expériences de Saussure le jeune sur le Mont-Rose ont démontré le contraire [2].

Couleur.

2. Quoique nous ayons bien la certitude que le ciel est de couleur bleue, on ne peut cependant pas douter que l'air lui-même ne soit entièrement incolore et invisible. Cette couleur bleue du firmament est due aux vapeurs qui sont toujours mêlées avec l'air et qui ont la propriété de réfléchir le rayon bleu beaucoup plus abondamment qu'aucun autre. C'est ce qui a été prouvé par les expériences que fit Saussure avec son *cyanomètre*, à différentes hauteurs au-dessus de la surface de la terre. Cet instrument consistait dans une bande circulaire de papier, divisée en 51 parties, dont chacune

---

[1] Mém. Par. 1753, p. 515.
[2] Journ. de Phys. XXXVI, 98.

était colorée en un bleu d'une nuance différente, depuis le plus foncé mêlé avec le noir, jusqu'au plus clair mêlé avec le blanc. Il trouva que la couleur du ciel correspond toujours à une nuance de bleu plus foncée à mesure que l'observateur se trouve placé à une plus grande hauteur au-dessus de la surface de la terre ; et par conséquent, à une certaine élévation, la couleur bleue finira par disparaître entièrement et le ciel semblera noir, c'est-à-dire qu'il ne réfléchira plus du tout de lumière. La couleur bleue devient toujours plus claire en proportion de ce que les vapeurs en état de mélange avec l'air sont plus abondantes. Il s'ensuit donc évidemment que cette couleur provient de ces vapeurs *.

3. L'air fut considéré pendant bien des siècles comme un élément ou substance simple. C'est aux travaux de ceux des savans qui ont fait faire des progrès si rapides à la chimie dans les quarante dernières années du dix-huitième siècle, qu'on doit la connaissance de ses parties composantes. Ce qui mit d'abord sur la voie qui y a conduit, ce fut la découverte du gaz oxigène par Priestley, en 1774. Suivant la théorie qui prévalait alors, il considéra ce gaz oxigène comme l'air entièrement dépouillé de phlogistique, tandis que d'un autre côté l'air en était saturé dans le gaz azote. Ainsi, l'air commun était le gaz oxigène combiné avec le phlogistique en proportion indéfinie, et variant dans son degré de pureté suivant cette proportion; mais le plus pur étant toujours celui qui contenait le moins de phlogistique. Composition.

Pendant que le docteur Priestley s'occupait d'expériences sur le gaz oxigène, Schéele procédait d'une manière différente à l'analyse de l'air. Il observa que les sulfures liquides, le phosphore et différens autres corps, lorsqu'ils sont renfermés avec l'air, ont la propriété d'en diminuer le volume; et que cette diminution s'élève toujours à une certaine proportion, qu'il trouva être entre les 0,33 et les 0,25 du tout. Le résidu, incapable d'entretenir la flamme, n'était plus susceptible de diminution par aucun des procédés qui opèrent celle de l'air ordinaire. Il donna à ce résidu le nom d'*air vicié* ou air *corrompu*. Il conclut, de ces expériences, que l'air est composé de deux fluides élastiques différens; savoir : *l'air vicié*, qui constitue au-delà des 0,66 du tout,

* Saussure, Voyages dans les Alpes. IV, 288.

et *un autre air*, qui peut seul entretenir la combustion et la vie des animaux. Cette dernière espèce d'air, qu'il dégagea par la chaleur, du nitre (nitrate de potasse) de l'oxide noir (peroxide) de manganèse et d'autres substances, il l'appela *air empirée*. Il fit voir que dans un mélange de deux parties d'air vicié et d'une partie d'air empirée, on retrouve les propriétés de l'air commun*.

L'air vicié de Schéele était le même que l'air phlogistiqué de Priestley, ou que celui que nous connaissons actuellement sous le nom de *gaz azote*. Son air empirée était l'air déphlogistiqué de Priestley, ou celui qui s'appelle à présent *gaz oxigène*. L'air est donc, suivant Schéele, un composé de deux parties de gaz azote et d'une partie gaz oxigène. Il rendait raison de la diminution de l'air par les sulfures liquides et autres corps semblables au moyen de sa théorie de la composition du calorique, qu'il considérait comme consistant en phlogistique et en gaz oxigène. Suivant lui, le phlogistique du sulfure, en se combinant avec l'oxigène de l'air, passe à travers les vaisseaux à l'état de calorique, et le gaz azote, qui n'a aucune affinité pour le calorique, reste.

Tandis que Schéele suivait le cours de ses expériences sur l'air, Lavoisier travaillait avec assiduité sur le même sujet, et par une route différente, il se trouva amené précisément aux mêmes conclusions que Schéele. En oxidant le mercure dans un vaisseau rempli d'air ordinaire et chauffé au terme de l'ébullition du mercure, il enlevait à cet air la plus grande partie de son gaz oxigène; puis en chauffant l'oxide rouge de mercure ainsi formé, il le reconvertissait en mercure, tandis qu'en même-temps il y avait dégagement de gaz oxigène. Le résidu, dans la première expérience, avait les propriétés du gaz azote; mais en y ajoutant le gaz oxigène retiré du mercure, le mélange reprenait les propriétés de l'air commun. Il en conclut que cet air est composé de gaz azote et de gaz oxigène; et, par un grand nombre d'expériences diverses il en détermina les proportions à 73 parties de gaz azote et 27 parties de gaz oxigène. Il démontra aussi que lors de la diminution que font éprouver à l'air les sulfures liquides, les métaux, etc., le gaz oxigène qui en est soustrait se combine avec les sulfures, etc., et les convertit en acides ou en

* Schéele, on Air and Fire, p. 7, etc. Engl. Trans.

oxides, suivant leur nature respective; mais comme toutes ces expériences ont déjà été exposées en détail dans la première partie de cet ouvrage, il est inutile d'en parler plus particulièrement ici.

L'air composé de gaz oxigène et de gaz azote.

L'air étant ainsi reconnu un composé des gaz oxigène et azote, il devenait d'une grande importance de déterminer la proportion de ces deux principes dans sa composition, et de s'assurer si dans tous les cas elle est la même. Puisque le gaz azote, qui est une des parties constituantes de l'air atmosphérique, ne peut être mis à l'état de séparation par aucune autre substance connue des chimistes, on ne peut entreprendre l'analyse de l'air qu'en le soumettant à l'action de ceux des corps qui ont la propriété d'absorber son oxigène. Par ces corps, le gaz oxigène étant séparé, et le gaz azote laissé seul, la proportion du gaz oxigène peut être évaluée par la diminution du volume de l'air; et cette proportion une fois connue, il est facile d'en déduire celle du gaz azote et de parvenir ainsi à la détermination exacte des quantités relatives des parties composantes de l'air.

Méthode d'évaluation des proportions des parties constituantes de l'air.

Lorsque la composition de l'atmosphère eut été connue des physiciens, ils s'accordèrent à la considérer comme susceptible de variation dans sa proportion d'oxigène, à différens temps et en différens lieux; et à faire dépendre de cette variation la pureté ou les qualités nuisibles de l'air. Ce fut donc alors un objet du plus grand intérêt que la recherche d'une méthode facile de détermination de la quantité réelle d'oxigène contenue dans une portion donnée d'air. Il en fut, en conséquence, proposé plusieurs, fondées toutes sur la propriété que beaucoup de corps ont d'absorber l'oxigène de l'air, sans avoir d'action sur son azote. On mêlait ces corps avec une certaine quantité connue d'air atmosphérique dans des vaisseaux de verre gradués renversés sur l'eau, et l'on déduisait la proportion d'oxigène de la diminution de volume. Ces instrumens reçurent le nom d'*eudiomètres*, parce qu'on les considéra comme servant à mesurer la pureté de l'air. On peut réduire à cinq le nombre de ceux de ces instrumens proposés et employés par différens chimistes.

Eudiomètres de Priestley et de Fontana.

1. Le premier eudiomètre fut établi en conséquence de la découverte que fit le docteur Priestley, qu'en mêlant ensemble du gaz nitreux (deutoxide d'azote) et de l'air, et en tenant sur l'eau ce mélange, son volume diminue rapide-

ment, à raison de la combinaison du gaz avec l'oxigène de l'air, et de l'absorption par l'eau de l'acide nitreux qui se forme ainsi. Lorsqu'on mêle du gaz nitreux avec du gaz azote, le mélange n'éprouve aucun changement dans son volume; lorsque c'est avec le gaz oxigène qu'on mêle le gaz nitreux dans les proportions convenables, l'absorption est complète. Il en résulte donc évidemment que dans tous les cas de mélange de gaz nitreux et d'air, la diminution sera proportionnelle à la quantité d'oxigène. Cette diminution indiquera donc la proportion d'oxigène dans l'air; et en mêlant du gaz nitreux avec des portions différentes d'air, on connaîtra les quantités diverses d'oxigène qui y sont contenues, pourvu que les parties composantes de l'air soient susceptibles de variation. La méthode du docteur Priestley consistait à mêler ensemble, dans une cloche ayant peu de hauteur, des volumes égaux d'air et de gaz nitreux, et à introduire ensuite le mélange dans un tube de verre gradué et étroit d'environ un mètre de long, afin de pouvoir mesurer la diminution du volume. Il exprimait cette diminution par le nombre des centaines de parties restantes. Ainsi, en supposant que Priestley eût mêlé ensemble parties égales de gaz nitreux et d'air, et que la quantité totale de ce mélange fût 200 (ou 2,00), supposant encore que le résidu mesuré dans le tube gradué, ne fût plus que de 104 (ou 1,04), et que par conséquent 96 parties du mélange eussent disparu, il dénotait la pureté de l'air ainsi essayé par 104. Le docteur Falconer de Bath inventa un instrument beaucoup plus convenable encore; et cette méthode de mesurer la pureté de l'air fut grandement perfectionnée par Fontana. Ingenhousz donna une description de son eudiomètre dans le premier volume de ses expériences; mais ce fut Cavendish qui, le premier, rendit cet instrument d'une précision telle qu'on put parvenir à reconnaître exactement par son moyen les parties constituantes de l'air. La manière de s'en servir était d'introduire 125 mesures de gaz nitreux dans un vaisseau de verre, et d'y faire passer ensuite très-lentement 100 mesures de l'air à examiner, en agitant pendant tout le temps le vaisseau contenant le gaz nitreux. La diminution de volume, lorsqu'on opérait ainsi, était presque toujours uniforme. La plus considérable s'élevait à 110, la moindre à 106,8, et celle moyenne à 108,2. Il trouva que la variation dans cette diminution de volume dépendait, non

Perfectionné par Cavendish.

de l'air essayé, mais de l'état de l'eau dans laquelle se faisait l'expérience. Si elle avait lieu d'une manière inverse, c'est-à-dire en faisant passer le gaz nitreux dans de l'air atmosphérique, il y employait 100 mesures du gaz nitreux et 100 mesures d'air, et la diminution n'était alors que de 90 mesures.

La diminution constante de volume dans toutes les différentes espèces d'air atmosphérique que Cavendish essaya, le porta à conclure que dans cet air la proportion entre l'oxigène et l'azote ne varie pas. Pour trouver la quantité absolue d'oxigène qui y existe, il fit des mélanges de gaz oxigène et de gaz azote, dans des proportions diverses, et il s'assura que celui de 10 mesures du gaz oxigène, le plus pur qu'il lui fut possible de se procurer, et de 38 mesures de gaz azote, éprouvait exactement par le gaz nitreux la même diminution dans son volume que l'air atmosphérique. Il en conclut que cet air est composé de 10 parties en volume d'oxigène et de 38 parties d'azote, et que, par conséquent, la proportion de ses parties constituantes est de

79,16	Azote.
20,84	Oxigène.
100,00	

ou à-peu-près des 0,21 de gaz oxigène [1].

D'autres physiciens qui ne mettaient pas dans leurs expériences cette précision rigoureuse qui caractérise toujours celles de Cavendish, obtenaient des résultats variables de l'emploi du gaz nitreux comme eudiomètre. La plupart des circonstances qui peuvent donner lieu à variation furent indiquées par Cavendish; mais elles semblent avoir échappé à l'observation des chimistes qui vinrent après lui. Humboldt essaya en vain de rendre exact l'eudiomètre de Fontana [2]; mais Dalton a dernièrement donné d'une manière très-lumineuse l'explication des anomalies. Suivant lui, les gaz nitreux et oxigène peuvent s'unir dans deux proportions; 21 mesures de gaz oxigène peuvent s'unir, ou avec 36 mesures de gaz nitreux ou avec deux fois 36=72 mesures de ce gaz. Les composés résultant de ces combinaisons sont l'un et l'autre solubles dans l'eau. Si le tube avec lequel on opère

Méthode de Dalton.

[1] Phil. Trans. 1783, p. 107.

[2] Ann. de Chim. XXVII, 141.

est large, une portion considérable du gaz nitreux arrive tout d'un coup en contact avec le gaz oxigène ; et par conséquent, ce dernier gaz se combine avec un maximum de gaz nitreux, surtout si on agite. Dans un tube étroit, l'oxigène ne s'unit au gaz nitreux qu'avec le minimum de proportion, si, en s'abstenant de toute agitation, on introduit aussitôt le résidu dans un autre vaisseau. L'emploi des gaz dans des proportions intermédiaires à celles-ci produit une absorption entre le maximum et le minimum. Dalton recommande de ne se servir que d'un tube étroit, de n'opérer qu'avec la proportion du gaz nitreux nécessaire pour donner lieu au minimum de combinaison, de ne point agiter et de transvaser le gaz dans un autre tube dès que la diminution de volume est effectuée complètement. En ajoutant à 100 mesures d'air, environ 36 mesures de gaz nitreux, et en multipliant par 0,368 après avoir noté la diminution de volume, le produit sera le volume de l'oxigène dans l'air examiné *.

Méthode de Davy.

Pour faire disparaître les anomalies qui avaient embarrassé les premiers expérimentateurs, Davy proposa d'employer le gaz nitreux dans un état différent. Après avoir fait absorber de ce gaz jusqu'à saturation par du sulfate ou par de l'hydrochlorate de fer, il se servait du liquide brun, qu'il obtenait ainsi, pour dépouiller l'air de son oxigène. On plonge dans la dissolution nitreuse un petit tube de verre gradué rempli de l'air à essayer, en le remuant un peu en avant et en arrière. L'oxigène est absorbé en totalité dans quelques minutes. Il faut noter avec soin l'état de plus grande absorption, car le mélange émet ensuite un peu de gaz qui altérerait le résultat. C'est par ce moyen que Davy examina l'air à Bristol, et qu'il le trouva contenir environ les 0,21 d'oxigène. De l'air envoyé de la côte de Guinée par le docteur Beddoes, donna exactement le même résultat.

Méthode de Schéele.

2. C'est à Schéele qu'appartient la seconde espèce d'eudiomètre. C'est tout simplement un vase de verre gradué, contenant une quantité donnée d'air qu'on soumet à l'action de sulfures alcalins ou terreux liquides nouvellement préparés, ou à un mélange de limaille de fer et de soufre, mis à l'état de pâte avec de l'eau. Ces susbtances absorbent tout l'oxigène de l'air, et cet oxigène convertit une portion du

* Dalton, Phil. Mag. XXIII, 351.

soufre en acide. On juge de la quantité d'oxigène contenue dans l'air ainsi examiné, par la diminution de volume qu'il a éprouvée. Cette méthode est non-seulement extrêmement simple, mais encore elle exige très-peu d'adresse; et cependant elle est, autant que toute autre, susceptible d'une grande exactitude. La seule objection à laquelle elle puisse donner lieu est celle de la lenteur de son effet; car, si la quantité d'air sur lequel on opère est considérable, il peut s'écouler plusieurs jours avant que la diminution de volume soit parvenue à son maximum.

Mais cette objection contre la méthode de Schéele a été complètement détruite par M. de Marty, qui perfectionna l'eudiomètre de ce savant. Il trouva, que l'emploi d'un mélange de limaille de fer et de soufre n'est pas bien convenable, parce qu'il exhale une petite quantité de gaz hydrogène dégagé par l'action sur le fer de l'acide sulfurique formé; mais qu'on remplissait parfaitement l'objet au moyen de sulfures hydrogénés, obtenus en faisant bouillir ensemble du soufre et de la potasse liquide ou de l'eau de chaux. Ces substances nouvellement préparées ont bien, à-la-vérité, la propriété d'absorber une petite portion de gaz azote; mais elles perdent cette propriété lorsqu'elles sont saturées de ce gaz, ce qui s'opère facilement en les agitant pendant quelques minutes, avec une petite portion d'air atmosphérique. L'appareil de de Marty consiste dans un tube de verre de 25 centimètres environ de long et de 12 millimètres au plus de diamètre, ouvert à l'une de ses extrémités et scellé hermétiquement à l'autre. Le tube du côté de son extrémité fermée est divisé en cent parties égales, ayant un intervalle d'environ 2 millimètres entre chaque division. Ce tube sert à mesurer la portion d'air à employer dans l'expérience. Après l'avoir rempli d'eau, on la laisse écouler insensiblement en tenant le tube renversé et le doigt appliqué sur son extrémité ouverte, ayant soin de l'en retirer de manière que la portion graduée du tube se remplisse ainsi exactement d'air. On introduit ensuite ces cent parties d'air dans un flacon de verre rempli de sulfure de chaux liquide, préalablement saturé de gaz azote, et pouvant tenir de deux à quatre fois le volume de l'air admis. On ferme alors le flacon avec un bouchon de verre usé à l'éméri, et on l'agite pendant cinq minutes. Au bout de ce temps on le débouche sous l'eau, et

Perfectionnée par de Marty.

pour plus grande sûreté on peut l'y fermer et l'agiter encore. Après cela, on introduit de nouveau l'air dans le tube de verre gradué, afin de reconnaître la diminution de son volume *.

L'air analysé par ce procédé éprouve absolument la même diminution dans quelques circonstances que l'expérience se fasse. Que le vent soit haut ou bas, ou de quelque partie qu'il souffle ; que l'air essayé soit humide ou sec, chaud ou froid ; quelle que soit l'élévation du baromètre, la saison de l'année et la situation du lieu dans le voisinage de la mer, des marais ou sur des montagnes, il n'y a aucune différence dans les résultats. M. de Marty trouva constamment la diminution entre les 0,21 et 0,23.

Eudiomètre de Volta.

3. La 3e. espèce d'eudiomètre fut proposée par Volta. C'est par le gaz hydrogène qu'il opérait la séparation de l'oxigène dans l'air dont il voulait reconnaître le degré de pureté. Sa méthode consistait à introduire dans un tube de verre gradué, des mélanges en proportions données de gaz hydrogène et de l'air à essayer, et à les enflammer ensuite par l'étincelle électrique. Il jugeait de la pureté de l'air par le volume du résidu. Ce moyen eudiométrique a été examiné depuis par Gay-Lussac et Humboldt, qui l'ont trouvé d'une grande précision. C'est une des plus simples et des plus élégantes méthodes pour évaluer la proportion d'oxigène dans l'air. Dans des mélanges de 100 mesures de gaz hydrogène avec 200 ou tout autre plus grand nombre de mesures de gaz oxigène jusqu'à 900, la diminution de volume, après la détonation complète, est toujours de 146 mesures. On obtient la même diminution en augmentant jusqu'à un certain point la proportion de l'hydrogène. Il résulte des essais faits avec cet eudiomètre de Volta, par Gay-Lussac et Humboldt, que 100 mesures de gaz oxigène exigent, pour leur combustion complète, 200 mesures de gaz hydrogène, ce qui se trouve bien d'accord avec les expériences faites précédemment à ce sujet en Angleterre. Il s'ensuit que la manière de se servir de cet instrument est très-simple. On fait un mélange, à volumes égaux, de l'air qu'on veut examiner et de gaz hydrogène. On reconnait la diminution du volume après la combustion : on en divise la quantité par trois, le quo-

* Journ. de Phys. LIII, 176.

tient représente le nombre de mesures d'oxigène dans l'air. D'un grand nombre d'essais faits à différentes époques de l'année, sur des mélanges de 200 mesures d'air et d'un même nombre de mesures d'hydrogène, on eut presque constamment une diminution de volume s'élevant à 126 mesures; or, 126 divisé par 3 donne 42 pour la quantité d'oxigène dans les 200 mesures d'air, et, par conséquent, 100 parties d'air en contiennent 21 d'oxigène [1].

4. Dans la 4e. espèce d'eudiomètre, l'absorption de l'oxigène de l'air s'opère par le moyen du phosphore. Ce fut Achard qui proposa le premier cette méthode eudiométrique [2], dont s'occupèrent successivement après lui Reboul, [3] Seguin et Lavoisier [4], et à laquelle Berthollet [5] a, plus récemment encore, donné le dernier degré de perfectionnement. Eudiomètre de Berthollet.

Au-lieu de la combustion rapide du phosphore, à laquelle on avait recours, Berthollet laisse brûler spontanément cette substance dans l'air, dont il absorbe ainsi complètement l'oxigène; et si l'on opère sur une petite quantité d'air, l'effet a lieu dans un espace de temps très-court. Tout l'appareil consiste dans un tube de verre étroit et gradué, contenant l'air dont on veut faire l'essai. On y introduit un cylindre de phosphore fixé sur une tige de verre, et le tube est tenu renversé sur l'eau. Le cylindre de phosphore doit être assez long pour traverser à-peu-près tout l'air contenu dans le tube. Il s'élève immédiatement du phosphore des vapeurs blanches qui remplissent le tube. Elles continuent de s'exhaler ainsi jusqu'à ce que l'oxigène se soit combiné en totalité avec le phosphore. Il résulte de cette combinaison de l'acide phosphorique qui gagne, à raison de son poids, la partie inférieure du vaisseau, et qui est absorbé par l'eau. Le résidu ne consiste plus que dans le gaz azote de l'air, tenant en dissolution une portion de phosphore, qui, ainsi que s'en est assuré Berthollet, augmente son volume des 0,025. Par conséquent le volume du résidu, diminué de cette quantité

---

[1] Journ. de Phys. LX, 129.
[2] *Ibid.* 1784, I.
[3] Ann. de Chim. XIII, 38.
[4] *Ibid.* IX, 293.
[5] *Ibid.* XXIV, 73; et Journ. de l'Ecole polytech. I, III, 274.

des 0,025, donne le volume du gaz azote de l'air analysé. En retranchant ce volume de celui primitif de la masse d'air essayé, on a la proportion du gaz oxigène contenu dans cet air [1].

Les différentes expériences faites avec cet eudiomètre s'accordent toutes dans leur résultat, et elles indiquent constamment que les proportions des parties constituantes de l'air sont toujours les mêmes ; savoir : environ 0,21 de gaz oxigène, et 0,79 de gaz azote.

Schéele et Lavoisier trouvèrent 0,27 d'oxigène ; mais leur méthode n'était pas susceptible de précision. L'air ne varie donc pas dans sa composition ; la proportion entre ses parties constituantes est constante dans tous les lieux et à toutes les hauteurs. Gay-Lussac a pris de l'air à une élévation de plus de 6400 mètres au-dessus de Paris, et il s'est assuré qu'il était précisément composé de la même manière que l'air pris à la surface de la terre [2].

Parties constituantes de l'air.

Mais 210 centimètres cubes de gaz oxigène pèsent 281 milligrammes ; et le poids de 790 centimètres cubes de gaz azote est de 925 milligrammes ; en réunissant ces deux quantités on aura pour le poids de 1000 centimètres cubes (1 décimètre cube) d'air commun, 1gr,206. Ce résultat excède un peu celui des expériences de Shuckburg, qui ne trouva que 1gr,205 ; la différence, très-peu sensible, provient vraisemblablement d'une petite erreur dans les pesanteurs spécifiques des différens gaz. Suivant son évaluation, 100 parties d'air se composent, en poids, de

23,299	Oxigène.
76,701	Azote.
100,000	

Méthode de détermination de la densité de l'air sur lequel on opère

Dans toutes les analyses de l'air, il est nécessaire de connaître la densité de celui sur lequel on opère, et d'avoir soin que le résidu ne soit ni plus condensé ni plus dilaté que ne l'était l'air lorsqu'il fut mis en expérience. S'il en est autrement, les résultats des expériences ne méritent aucune con-

[1] M. Pepys a inventé un appareil très-convenable pour les expériences eudiométriques. Il en a donné la description dans les Transactions philosophiques pour 1807.

[2] Phil. Mag. XXI, 225.

fiance, quelqu'attention qu'on ait mise d'ailleurs à les bien faire. Or il est trois circonstances qui peuvent altérer le volume de l'air et d'autres fluides élastiques : 1°. un changement dans l'élévation du baromètre ; 2°. une augmentation ou une diminution dans la quantité de ces fluides ; le vaisseau qui les contient restant le même, et posant sur la même quantité d'eau ou de mercure ; 3°. un changement dans la température de l'air.

Comment on peut réduire l'air à une pression barométrique donnée.

1. La densité de l'air et d'autres fluides élastiques, est toujours proportionnelle à la force qui comprime. Or cette force est le poids de l'atmosphère, dont l'élévation du baromètre est la mesure. Si ce poids diminue, la densité des fluides élastiques décroît dans la même proportion, et par conséquent leur volume augmente ; de même que cette densité devient plus grande, et leur volume moindre, en raison de ce que la pression augmente par le poids plus considérable de l'atmosphère. En conséquence, si, pendant qu'une expérience se fait, l'élévation du baromètre varie, le volume du résidu ne sera plus le même qu'il l'eût été si ce changement n'avait pas eu lieu ; on fera donc erreur, à moins qu'on ne ramène le résidu à ce qu'il aurait dû être sans cette altération, ce à quoi on parvient facilement par une formule très-simple.

Il a été constaté en physique que les volumes d'air sont toujours en raison inverse des forces qui compriment. Soit donc m la hauteur du baromètre au commencement d'une expérience, n cette hauteur à la fin, v le volume du gaz le baromètre étant à n, et x son volume en supposant le baromètre à m ; on a $n : m :: x : v$, et par conséquent $x = \frac{nv}{m}$; de manière que pour trouver le volume cherché il ne faut que multiplier le volume obtenu par l'élévation actuelle du baromètre, et diviser ensuite par celle qu'il avait au commencement de l'opération ; et en général, pour réduire un volume d'air à celui qu'il occuperait, en supposant le baromètre à 76 centimètres, il suffit de l'emploi de la formule ci-dessus, en substituant à m 76 centimètres.

Comment on peut le réduire à la densité de l'air extérieur.

2. Lorsque de l'air est renfermé dans une cloche placée sur l'eau ou sur le mercure, sa densité n'est pas la même que celle de l'atmosphère, à moins que sa surface inférieure

dans la cloche ne soit exactement de niveau avec la surface du liquide sur lequel elle pose.

Soit A une cloche contenant de l'air, et BC la surface de l'eau ou du mercure dans la cuve sur laquelle la cloche est renversée. L'air dans la cloche ne sera de la même densité que l'air extérieur qu'autant qu'il remplira exactement cette partie de la cloche au-dessus de BC. S'il n'en remplit seulement que la portion entre A et D, tandis que l'eau ou le mercure s'élève jusqu'en D, l'air sera plus dilaté que celui extérieur, parce qu'il n'est alors comprimé que par le poids de l'atmosphère, diminué de celui de la colonne de mercure ou d'eau Dm; d'un autre côté, si l'eau ou le mercure ne s'élève dans la cloche qu'en E, l'air y sera plus dense que l'air extérieur, parce qu'il est comprimé et par le poids de l'atmosphère et par celui de la colonne de mercure ou d'eau mE. Il importe donc, dans tous les cas, de mettre la surface inférieure de l'air dans la cloche en niveau parfait avec la surface de l'eau ou du mercure dans la cuve. Mais dans les expériences eudiométriques cela est souvent impossible, parce qu'une portion de l'air étant absorbée, quoique l'eau ou le mercure sur lesquels la cloche est renversée ne s'élève d'abord qu'au niveau en m, cependant l'absorption qui a lieu fait monter le liquide de quelques millimètres D au-dessus de m. Il en résulte que l'air qui reste après l'expérience se trouve être dans un état de dilatation qu'il faut réduire par le calcul au volume que cet air aurait occupé s'il fût resté dans le même état de compression qu'au commencement de l'expérience. On fera facilement cette réduction au moyen de la formule qui suit.

Supposons que l'expérience se fasse sur le mercure. Soit H l'élévation du baromètre au commencement de l'expérience, h la longueur de la colonne de mercure mD, v le volume de l'air dans AD, et x le volume que l'air aurait en supposant D en coïncidence parfaite avec m; alors on a $H : H-h :: v : x$ et $x = \frac{(H-h)v}{H}$. soit ainsi $H = 760$ millimètres. $h = 127$ millimètres, et $v = 3^{\text{décim}},277$ cubes : alors $x = 2^{\text{décim}},731$ cubes ; de manière que sans cette correction

l'erreur ne s'éleverait pas à moins de 546 centimètres cubes, ou d'environ 0,15 du tout. Lorsque l'expérience se fait sur l'eau, la même formule s'y applique ; mais alors on devra multiplier *H* par 13,6, parce qu'il faut une colonne d'eau 13,6 fois plus longue que celle de mercure pour produire la même pression. Dans ce cas, en supposant les nombres comme ci-dessus, on aurait $x = 3^{\text{décim}},237$ cubes, de manière que l'erreur dans l'expérience sur l'eau ne serait que de 40 centimètres cubes, ou d'environ les 0,0125 du tout.

3. On peut plus aisément encore se tenir en garde contre un changement de température dans les expériences eudiométriques, puisqu'elles se font ordinairement dans l'intérieur des maisons; mais lorsque ce changement a lieu, il en résulte altération dans le volume de l'air; il est dilaté lorsque le changement de température est en augmentation, et condensé s'il est en diminution. On peut facilement rectifier cette erreur à l'égard de l'air et de tous les autres gaz en augmentant ou en diminuant leur volume apparent par chaque degré de variation dans le thermomètre, suivant la table précédemment donnée des dilatations des gaz *. Considération pour la température.

SECTION II.

De l'Eau.

Il a été connu de tout temps que l'atmosphère contient de l'eau. La pluie et la rosée qui s'en précipitent si fréquemment, les nuées et les brouillards qui l'obscurcissent si souvent, et qui déposent de l'humidité sur tous les corps qui y sont exposés, sont autant de phénomènes qui démontrent l'existence de l'eau dans l'air. Lors même que l'atmosphère est parfaitement transparente, on peut lui enlever de l'eau en abondance à l'aide de certaines substances. C'est ainsi qu'en exposant à l'air de l'acide sulfurique concentré, il en attire par degrés assez d'humidité pour augmenter jusqu'à plus de trois fois son poids. Il devient acide étendu dont on peut séparer l'eau par distillation. Les substances qui ont la pro- Eau de l'atmosphère.

---

* Vol. I, p. 78.

priété d'attirer l'eau de l'atmosphère ont reçu la qualification d'*hygroscopiques*, comme indiquant la présence de cette eau. Tels sont l'acide sulfurique, les alcalis fixes, les hydrochlorate et nitrate de chaux, et en général tous les sels déliquescens. Il en est de même de la plupart des substances animales et végétales. Beaucoup de ces substances prennent l'eau à l'air humide, mais elles la restituent à l'air lorsqu'il est sec. Ces corps augmentent de volume en recevant l'humidité, et perdent cette augmentation lorsqu'ils l'abandonnent; d'où il suit qu'on en a employé quelques-uns comme *hygromètres* ou comme moyens de mesurer la quantité d'humidité contenue dans l'air environnant. Cette indication résulte du changement que les substances employées comme hygromètres éprouvent dans leur longueur par l'effet d'une addition ou d'une soustraction d'humidité, changement qu'on détermine avec précision, au moyen d'un index. Les hygromètres les plus ingénieusement établis et les plus exacts sont ceux de Saussure, de Deluc et de Wilson. Dans le premier, la substance employée pour dénoter l'humidité est un cheveu, qui par ses contractions et ses dilatations fait mouvoir un index. Dans le second, au-lieu d'un cheveu, c'est d'une lame de baleine extrêmement mince dont on se sert pour cet objet. En plaçant ces substances, d'abord dans un air le plus parfaitement desséché possible au moyen de sels, et ensuite dans un air saturé d'humidité, on a deux points extrêmes dont on divise l'intervalle en cent parties égales ou degrés. Le haut de cette échelle ainsi construite indique la sécheresse extrême, et son point le plus bas dénote le maximum de l'humidité. Dans l'hygromètre de Wilson, qui est le plus simple de tous, la substance hygrométrique est une vessie de rat, qui, en se dilatant ou se contractant, fait varier l'élévation d'une colonne de mercure dans un tube thermométrique qui y est attaché, la vessie et une partie du tube étant remplis de mercure.

Indiquée par l'hygromètre.

Dès qu'on ne peut plus révoquer en doute qu'il existe constamment de l'eau dans l'atmosphère, il ne reste plus, à cet égard, que deux choses à rechercher; 1°. l'état dans lequel l'eau se trouve dans l'air; 2°. la quantité qu'un volume donné d'air en contient.

État de l'eau dans l'air.

I. Relativement à l'état de l'eau dans l'air, il y a deux opinions qui ont été l'une et l'autre appuyées par des savans

très-distingués. 1°. L'eau peut être dissoute dans l'air de la même manière qu'un sel est tenu en dissolution par l'eau. 2°. L'eau, après qu'elle a été convertie en vapeur, peut être mêlée dans cet état avec l'air.

1. Le docteur Hooke donna l'idée de la première de ces opinions dans sa *Micrographia* ; elle fut proposée depuis par le docteur Halley, et beaucoup plus complètement développée par M. Leroy de Montpellier, en 1751. Le docteur Hamilton de Dublin présenta, à-peu-près à cette époque, la même théorie ; elle se trouva parfaitement d'accord avec les phénomènes. La quantité d'eau que l'air peut tenir en dissolution devient plus considérable à chaque augmentation de température, et elle diminue par le froid ; ce qui est précisément analogue à la manière de se comporter de la plupart des autres dissolvans. Ce sont ces analogies, ainsi que plusieurs autres ressemblances faciles à saisir, qui firent adopter cette opinion par le plus grand nombre des physiciens.

2. La seconde théorie, qui consiste à considérer l'eau comme existant dans l'air à l'état de vapeur, me semble avoir été celle que Deluc a embrassée, au-moins j'en juge ainsi d'après son dernier Traité sur la Météorologie; mais c'est Dalton qui, par les explications les plus précises à ce sujet, et les raisonnemens les mieux fondés, a presque mis la vérité de cette opinion au-dessus de toute objection*.

A l'état de vapeur.

En *premier* lieu, on ne peut douter que l'eau qui existe dans l'air ne provienne originairement des eaux qui, à la surface de la terre, sont exposées à l'action de l'atmosphère ; et en effet, nous voyons que l'eau, lorsqu'elle est abandonnée à l'air, y éprouve peu-à-peu une diminution de volume, et finit par disparaître entièrement. Cette diminution de l'eau peut être due, ou à ce que ce liquide se dissout par degrés dans l'air, ou à sa conversion en vapeur. C'est particulièrement ainsi qu'on considère cet effet de diminution en l'attribuant dans le langage ordinaire à l'*évaporation* de l'eau. Lorsqu'on place de ce liquide sous le récipient de la machine pneumatique, il diminue de volume, même plus rapidement que lorsqu'il est exposé à l'air libre ; et comme alors il n'y a pas présence d'air, la diminution du volume de l'eau ne peut provenir que de sa conversion en vapeur ; et c'est en

* Manchester's Mem. V, 571.

effet ce qui a lieu, puisqu'en examinant le récipient, on le trouve rempli d'eau à l'état de vapeur. La présence de cette vapeur fait cesser très-promptement, par son élasticité, l'évaporation de l'eau. Or, puisque l'eau disparaît également, que l'air soit présent ou non, et exactement de la même manière, on peut avec raison attribuer sa disparition dans l'un et l'autre de ces cas à la même cause; mais dans le récipient de la machine pneumatique l'eau est convertie en vapeur. Il est donc probable qu'elle est aussi convertie en vapeur à l'air libre. S'il en est ainsi, l'eau doit exister dans l'air à l'état de vapeur.

En *second* lieu, si la disparition de l'eau par son exposition à l'air était un effet de dissolution et non d'évaporation, il est certain que cet effet devrait avoir plus rapidement lieu lorsque l'eau est soumise à l'action d'une quantité d'air comparativement plus grande; car la quantité d'un corps quelconque dissous est toujours proportionnelle à la quantité du dissolvant; mais c'est précisément le contraire qui a lieu relativement à l'eau contenue dans l'air. Saussure a prouvé qu'elle s'évapore beaucoup plus promptement à de grandes hauteurs qu'à la surface de la terre, lors même que la température et l'humidité de l'air dans l'un et l'autre de ces lieux sont les mêmes. En comparant une suite d'expériences faites sur le Col du Géant, à la hauteur de 3440 mètres au-dessus du niveau de la mer, avec des expériences semblables faites à Genève à 400 mètres également au-dessus du niveau de la mer, il s'assura, qu'en supposant la même température et le même état de sécheresse de l'air dans les deux points, la quantité d'eau évaporée à Genève est à celle évaporée sur le Col du Géant, dans le même temps et à circonstances égales :: 37 : 84 ou à-peu-près :: 3 : 7. Or, l'air sur le Col du Géant est des 0,33 environ plus rare qu'à Genève; de manière qu'une diminution des 0,33 environ dans la densité de l'air accélère de plus du double la marche de l'évaporation[1]; c'est précisément ce qui doit avoir lieu si l'eau qui disparaît ne se mêle avec l'air qu'à l'état de vapeur, tandis que ce devrait être le contraire dans le cas où cette disparition de l'eau serait l'effet de la puissance dissolvante de l'air.

---

[1] Saussure, Voyage dans les Alpes. IV, 263.

En *troisième* lieu, il a été démontré par le docteur Black que la vapeur est de l'eau combinée avec une certaine dose de calorique. Par conséquent lorsque l'eau est convertie en vapeur, une certaine portion de calorique s'y combine et disparaît. Si donc il y a la même déperdition de calorique, toutes les fois que l'eau passe de son état liquide dans l'atmosphère comme partie composante, on en peut conclure avec raison qu'elle n'y entre ainsi qu'à l'état de vapeur. Or c'est un fait bien connu que l'évaporation spontanée produit toujours du froid; c'est-à-dire, que l'eau, lorsqu'elle disparaît, entraîne avec elle une certaine quantité de calorique. On sait aussi que lorsqu'un corps moite est exposé à l'air, sa température s'abaisse en vertu de l'évaporation qui s'opère à sa surface. C'est par cette raison que dans les pays chauds on fait rafraîchir l'eau en la mettant dans des vases poreux qu'on expose à l'air; cette eau pénètre à travers les vaisseaux, s'évapore à leur surface, et entraîne assez de calorique pour que, même dans certains cas, l'eau se gèle dans les vaisseaux. Saussure observa que l'évaporation à la surface de la neige fondante la faisait congeler de nouveau lorsque la température de l'air environnant était de quelques degrés au-dessous du terme de la congélation. Il a été rendu probable par le docteur Black, que la quantité de calorique qui disparaît pendant l'évaporation spontanée, est aussi considérable que celle qui est nécessaire pour convertir l'eau en vapeur. On en peut donc justement conclure que l'eau, lorsqu'elle s'évapore spontanément, est toujours convertie en vapeur, et que par conséquent ce n'est que dans cet état qu'elle entre dans l'atmosphère.

En *quatrième* lieu, Dalton a démontré que l'eau qui existe dans l'air a précisément le même degré d'élasticité que lorsqu'elle est à l'état de vapeur dans le vide à la même température; d'où il suit évidemment que ce n'est pas à l'état d'eau qu'elle est dans l'air, mais à celui d'un fluide élastique ou vapeur.

Ainsi donc nous sommes autorisés à conclure que l'eau qui existe dans l'amosphère y est à l'état de vapeur.

II. On avait fait beaucoup de tentatives pour trouver le moyen de mesurer la quantité d'eau contenue dans l'air; mais ce n'est que par les expériences hygrométriques de Saussure qu'on a pu en avoir, pour la première fois, une

Quantité de vapeur dans l'air.

évaluation exacte. Il résulte de ces expériences, qu'un décimètre cube d'air, saturé d'eau à la température de 19° centig., ne contient qu'environ 19 milligr. de ce liquide; mais les expériences de Dalton sur ce sujet étaient susceptibles d'une précision encore plus rigoureuse. Comme la plus grande partie de l'eau de l'atmosphère est à l'état de vapeur dont l'élasticité dépend de la température, il est évident que cette élasticité, s'il est possible de la déterminer, doit être la mesure de la quantité de vapeur qui existe dans l'atmosphère, la température étant la même. Or, pour parvenir à cette évaluation de l'élasticité ou de la force de la vapeur, Dalton employait le moyen suivant, imaginé originairement par Leroy. Il prenait un vase de verre élevé et cylindrique, bien sec à l'extérieur, et il le remplissait d'eau de source, froide, fraîchement tirée du puits. S'il se formait immédiatement de la rosée sur les parois extérieures du vase, il en retirait l'eau et la laissait augmenter en température; il essuyait et séchait bien l'extérieur du vase avec un linge, puis il y remettait l'eau. Il continuait ainsi jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de rosée; il observait alors la température de l'eau, et la quantité qui y correspond dans la table dont nous avons déjà parlé [1], était la force de la vapeur dans l'atmosphère. Il faut que cette expérience se fasse en plein air ou à une fenêtre, parce que l'air intérieur est généralement plus humide que celui du dehors. L'eau de source est ordinairement à environ 10° centig., et conviendra la plupart du temps pour cet objet dans les trois mois les plus chauds de l'année; dans les autres saisons, il faut un mélange artificiellement refroidi.

Méthode de Dalton pour déterminer l'élasticité de la vapeur.

Il résulte des expériences de Dalton, que la quantité de vapeur dans l'atmosphère est variable. Dans la zône torride sa force est de 15 à 25 millimètres de mercure; en Angleterre elle s'élève rarement à 15 millimètres, mais dans l'été elle est souvent de 12,5 millimètres, et en hiver elle est audessous de 2^{mill},51 de mercure [2].

Ces faits nous suffiraient pour connaître la quantité absolue de vapeur contenue dans l'atmosphère dans tous les temps, si nous étions certains que la densité et l'élasticité des vapeurs suivent précisément la même loi que celle des gaz, ainsi que

---

[1] Vol. I, p. 113.
[2] Dalton, Manchester's Memoirs. V, 547.

cela paraît extrêmement probable. S'il en est ainsi, la vapeur variera des 0,0166 aux 0,0033 de l'atmosphère. Dalton suppose que la quantité moyenne de vapeur tenue en dissolution à-la-fois dans l'atmosphère, peut s'élever aux 0,0142 environ de son volume *.

SECTION III.

Du Gaz acide carbonique.

Ce fut le docteur Black qui constata l'existence du gaz acide carbonique comme partie constituante de l'atmosphère, immédiatement après qu'il eut reconnu la nature de ce fluide particulier. En exposant à l'air un alcali pur ou une terre alcaline, ces substances s'y convertissent par degrés en un carbonate en absorbant du gaz acide carbonique. Ce fait, connu depuis long-temps, devait rendre indubitable l'existence du gaz acide carbonique dans l'atmosphère, dès qu'on se fut assuré que la différence entre un alcali pur et son carbonate ne provenait que de la présence de cet acide. Les alcalis et les terres alcalines ne sont pas les seules substances qui absorbent le gaz acide carbonique par leur exposition à l'air; plusieurs des oxides métalliques ont aussi cette propriété; et c'est par cette raison qu'on les trouve si souvent dans la nature à l'état de carbonates; c'est ainsi que la *rouille* est toujours saturée d'acide carbonique.

Ce n'est pas seulement près de la surface de la terre que le gaz acide carbonique forme une partie constituante de l'atmosphère, mais il y existe encore aux plus grandes hauteurs auxquelles il ait été au pouvoir de l'industrie humaine de s'élever. Saussure le trouva dans l'air au sommet du Mont-Blanc, point le plus élevé de l'ancien continent, couvert éternellement de neige, et qui n'est point exposé à l'influence des végétaux ou des animaux. En exposant à l'air libre, sur cette montagne, de l'eau de chaux étendue d'un poids égal au sien d'eau distillée, il se formait au bout d'environ deux heures une pellicule à sa surface, et de petites bandes de papier humectées de potasse pure acquéraient la propriété de faire

Il se trouve à de grandes hauteurs.

---

* Phil. Mag. XXIII, 353.

effervescence avec les acides par leur exposition pendant une heure et demie dans le même lieu [1]. Or, cette élévation n'était pas de moins de 4776 mètres au-dessus du niveau de la mer. Humboldt a plus récemment encore reconnu l'existence de ce gaz dans de l'air pris par Garnerin à la plus grande élévation à laquelle ce physicien soit parvenu en ballon [2]. Il résulte évidemment de ces faits que la présence de l'acide carbonique dans l'air ne dépend point du voisinage de la terre.

Sa quantité. On parvient difficilement à séparer le gaz acide carbonique de l'air, et par conséquent il n'est pas aisé de déterminer d'une manière exacte la quantité relative qu'un volume donné d'air en contient. Il paraît, d'après les expériences de Humboldt, que cette proportion varie des 0,005 à 0,01.

Les résultats des expériences de Dalton donnent une quantité beaucoup plus petite. Il trouva que, si après avoir vidé à l'air un vaisseau de verre rempli avec 6,6 kilogrammes d'eau de pluie, on y verse 8 grammes d'eau de chaux, et que fermant alors l'orifice du vase, on l'agite pendant un temps suffisant, l'eau de chaux se trouve être justement saturée en totalité de l'acide carbonique existant dans l'air renfermé dans le vaisseau; mais cette quantité d'eau de chaux, en mesures, exige, pour être saturée, 70 mesures de gaz acide carbonique; d'où il conclut que l'air ne contient qu'environ les 0,00071 de son volume d'acide carbonique [3].

Cependant il résulte d'expériences préalablement faites par Cavendish, que l'eau de chaux n'est pas capable de dépouiller entièrement l'air de son acide carbonique. Il en retient encore une portion, qui ne peut lui être enlevée, que par un lait de chaux, ou que par des lavages successivement répétés avec des doses nouvelles d'eau de chaux. D'où il suit que la quantité d'acide carbonique dans l'air doit être beaucoup plus considérable que ne l'a trouvée Dalton. Je ne sais pas bien exactement ce qu'il entend par *eau de chaux justement saturée*, à moins que cela ne signifie qu'alors elle refuse d'absorber rien de plus du gaz. Dans ce cas, toute la chaux est tenue en dissolution par l'acide. Il doit être difficile de s'assurer du point exact de saturation dans le sens de cette

---

[1] Saussure, Voyages. IV, 199.
[2] Journ. de Phys. XLVII, 202.
[3] Phil. Mag. XXIII, 354.

expression. On peut cependant conclure des expériences de Dalton, que le volume de l'acide carbonique dans l'air n'excède pas de beaucoup le 0,001 de l'atmosphère; mais cette proportion est susceptible de variation par différentes circonstances. Il doit se mêler constamment avec l'atmosphère des quantités immenses d'acide carbonique, puisqu'il est formé par la respiration des animaux, par la combustion et par plusieurs autres procédés qui ont continuellement lieu. En considérant, en effet, la quantité qui peut s'en produire ainsi chaque jour, il est étonnant que la proportion n'en augmente pas rapidement dans l'air; et la conséquence d'une telle augmentation serait fatale, puisque de l'air qui contient 0,1 de cet acide, éteint la lumière et est nuisible aux animaux. Mais nous aurons lieu, par la suite, de conclure que ce gaz est décomposé par les substances végétales aussi rapidement qu'il se forme.

SECTION IV.

Des autres Corps qui se rencontrent dans l'atmosphère.

On a vu, dans les trois précédentes sections, que l'atmosphère se compose principalement de trois fluides élastiques distincts, l'air, la vapeur, et le gaz acide carbonique, unis ensemble par affinité chimique. Les proportions de ces trois fluides varient suivant les temps et les lieux, mais celle moyenne de chacun d'eux est de Composition de l'atmosphère

98,9	Air.
1,0	Vapeur.
0,1	Acide carbonique.
100,0	

Mais, outre ces trois corps, qu'on peut considérer comme constituant l'atmosphère, on a soupçonné qu'il y en existait encore plusieurs autres. Je n'entends pas parler ici de la matière électrique, ou de la substance des nuages et des brouillards, et de ceux des autres corps qui nous paraissent être les agens actifs des phénomènes de météorologie. Mais je me borne aux corps étrangers qu'on a trouvés par circonstance, dans l'air, ou dont on y a soupçonné l'exis- Autres corps qui y sont contenus.

tence. Nous n'avons cependant jusqu'à présent que très-peu de notions satisfaisantes sur ces corps, parce que nous manquons d'instrumens assez délicats pour en constater la présence. Nous pouvons bien à-la-vérité reconnaître que plusieurs d'entre eux se mêlent réellement avec l'air, mais il n'est pas en notre pouvoir de rendre compte de ce qu'ils deviennent ensuite.

Gaz hydrogène. 1. On dit avoir trouvé du gaz hydrogène dans de l'air situé près le cratère de volcans, et il est très-possible que ce gaz existe toujours en très-petite proportion dans l'atmosphère; mais on ne peut s'en assurer que lorsqu'on aura découvert quelque moyen de reconnaître la présence de ce gaz combiné avec une grande proportion d'air. Il paraît, d'après les expériences de Humboldt et de Gay-Lussac, que l'air ne peut contenir au-delà des 0,003 de gaz hydrogène.

2. Il se dégage souvent des marais, dans les temps chauds, du gaz hydrogène carboné en quantités considérables; cependant on n'en a jamais reconnu la présence dans l'air; de sorte que très-probablement il est de nouveau décomposé par quelque procédé qui nous est inconnu.

3. Les plantes exhalent pendant le jour du gaz oxigène. Nous aurons occasion de voir par la suite que c'est en vertu de la propriété qu'elles ont d'absorber et de décomposer le gaz acide carbonique. Or, comme cet acide carbonique est formé aux dépens de l'oxigène de l'atmosphère, et que cet oxigène est de nouveau rendu à l'air par la décomposition de l'acide, l'atmosphère se maintenant sans altération dans sa nature, il est clair que ces deux procédés doivent se faire équilibre, c'est-à-dire que tout l'acide carbonique produit par la combustion doit être décomposé, et que tout l'oxigène absorbé doit être mis de nouveau à l'état de liberté. C'est ainsi que le gaz oxigène, retournant continuellement à l'air auquel il a été soustrait, les parties constituantes de ce fluide doivent toujours conserver le même rapport.

4. Il est probable que la fumée ainsi que d'autres corps qui s'élèvent continuellement dans l'air par évaporation, se déposent de nouveau très-promptement, et ils ne peuvent par conséquent être considérés comme ayant la propriété de faire partie de l'atmosphère; mais il est une autre série de corps qui se combinent accidentellement à l'air; et qui, à raison de leur action puissante sur le corps humain, ont par-

ticulièrement attiré l'attention. Ces corps sont connus sous la dénomination de matières de *contagion*.

Il a été reconnu et établi de tout temps qu'il existe dans des lieux divers une différence sensible dans la nature de l'atmosphère relativement à ses effets sur le corps humain. Ainsi quelques localités ont été renommées comme contribuant efficacement au maintien de la bonne santé, tandis que d'autres ont été signalées comme pernicieuses à la constitution humaine. On sait que, dans les excavations et les mines, l'air est souvent dans un état tel qu'il suffoque presque instantanément ceux qui essaient de le respirer. Quelques localités sont recherchées dans des cas d'incommodités particulières. Il est bien connu que ceux qui fréquentent les appartemens de personnes attaquées de certaines maladies, deviennent extrêmement disposés à prendre l'infection; et dans les prisons ou autres lieux à grands rassemblemens, dès qu'il se manifeste des maladies, elles y font ordinairement de grands ravages. On a supposé que, dans tous ces cas, les funestes effets de l'air résultent de l'action d'une matière nuisible qu'il tient en dissolution.

Matière contagieuse.

La présence de cette matière pernicieuse se distingue aisément dans beaucoup de circonstances par l'odeur particulière et désagréable qu'elle communique à l'air; et il n'est pas douteux qu'elle diffère selon les maladies qu'elle communique, et la substance d'où elle provient originairement. Morveau essaya dernièrement d'en reconnaître la nature; mais il ne tarda pas à se convaincre combien les moyens d'essais chimiques, jusqu'à présent en usage, étaient insuffisans pour cette recherche. Il a cependant fait voir, de manière à n'en pouvoir plus douter, que la matière malfaisante qui s'exhale des corps putrides est d'une nature composée; qu'elle est entièrement détruite par certains agens et particulièrement par ceux des corps gazeux qui cèdent facilement leur oxigène. Il exposa de l'air infecté par des corps putrides à l'action de diverses substances, et il en jugeait l'effet par la faculté qu'elles avaient de détruire l'odeur fétide de l'air. Il obtint de ses expériences à ce sujet les résultats suivans.

1. Les corps odorans, tels que le benjoin, les plantes aromatiques, etc., ne produisent aucun effet quelconque.
2. Il en est de même des dissolutions de myrrhe, de benjoin, etc., dans l'alcool, quoiqu'en les agitant dans l'air in-

fecté. 3. L'acide pyroligneux est également sans aucune action. 4. La poudre à canon, brûlée dans l'air infecté, en déplace une portion; mais ce qui en reste conserve encore l'odeur fétide. 5. L'acide sulfurique est sans effet; l'acide sulfureux affaiblit l'odeur, mais il ne la détruit pas. 6. Avec le vinaigre l'odeur diminue; mais l'action de ce liquide est lente et incomplète. 7. L'acide acétique agit instantanément, et fait disparaître entièrement l'odeur de l'air infecté 8. Les vapeurs d'acide nitrique, dont l'emploi fut essayé pour la première fois par le docteur Carmichael Smith, sont également efficaces. 9. Le gaz acide hydrochlorique, que Morveau reconnut aussi et indiqua le premier comme agent convenable, produit les mêmes bons effets. 10. Mais l'agent le plus puissant à cet égard est la vapeur de chlore, moyen proposé d'abord par Cruikshanks, et employé actuellement avec le plus grand succès en Angleterre, sur les vaisseaux et dans les hôpitaux militaires.

Il y a donc ainsi quatre substances qui ont la propriété de détruire la matière contagieuse de l'air et de le purifier; mais on ne peut pas se procurer l'acide acétique en quantités suffisantes et dans un état de concentration convenable pour être employé avec avantage. L'usage de l'acide nitrique peut présenter quelque inconvénient à raison du deutoxide d'azote qui l'accompagne presque toujours. Le gaz acide hydrochlorique et le chlore n'offrent point ces inconvéniens, et le dernier mérite la préférence, à raison de ce qu'il agit avec plus d'énergie et plus de rapidité. Tout le procédé consiste alors à mêler ensemble deux parties d'hydrochlorate de soude avec une partie de peroxide de manganèse, de placer ce mélange dans un vaisseau ouvert dans l'appartement infecté, et de verser dessus deux parties d'acide sulfurique. Les vapeurs de chlore s'exhalent immédiatement, se répandent en abondance dans l'appartement, le remplissent et détruisent la contagion. On peut, au-lieu d'hydrochlorate de soude et de peroxide de manganèse, se servir pour le même objet du chlorate de chaux, qui se vend dans le commerce pour l'usage des blanchisseurs.

SECTION V.

Des Pierres qui tombent de l'atmosphère.

Rien ne prouve davantage combien l'état de la science de la météorologie est encore imparfait, que la découverte de phénomènes auxquels on ne peut pas même assigner une cause conjecturale qui présente le moindre degré de probabilité. On a observé de tout temps dans l'atmosphère des corps lumineux, qu'on a appelés *météores*, *globes de feu*, etc.; et beaucoup de ces corps ont été décrits par des témoins oculaires. Un des plus remarquables de ces météores fut celui qui apparut en 1783. Il était très-lumineux, et n'avait pas moins de 900 mètres de diamètre. Il traversa l'Angleterre et une grande partie du continent de l'Europe avec la plus grande vîtesse, à la hauteur d'environ dix myriamètres au-dessus de la surface de la terre *. Presque tous les météores observés se ressemblaient entre eux. Ils étaient lumineux, à une grande élévation, ils avaient un mouvement très-rapide, et disparaissaient promptement. Leur disparition était ordinairement accompagnée d'une forte explosion semblable à un coup de tonnerre; et on assurait presque toujours, qu'il en tombait sur la terre des corps pierreux pesans. Mais quoiqu'il eût été publié de temps en temps des récits bien authentiques de la chute de pareils corps, on n'y avait pas donné une grande confiance, et l'attention des physiciens ne fut réellement éveillée sur la nature de ce phénomène qu'à l'époque où parut la dissertation du docteur Chladni, sur ce sujet, en 1794. Deux ans après, M. King présenta une collection encore plus complète d'exemples tant anciens que modernes, dont plusieurs présentaient un tel degré d'évidence qu'il n'était pas possible de s'y refuser. Ces deux dissertations produisirent un grand effet : mais l'idée qu'il était réellement tombé des pierres de l'atmosphère, paraissait si extraordinaire et si contraire à ce que nous connaissons de la constitution de l'air, qu'on hésita à l'adopter ou qu'on refusa d'y croire. Sur ces entrefaites, M. Howard prit une marche différente pour mieux éclairer le sujet. Non-seulement il recueillit tous les rapports nou-

Histoire.

* Cavallo's Description of it. Phil. Trans. 1784.

veaux bien authentiques de chutes de corps pierreux pour bien examiner les caractères d'évidence qu'ils pouvaient offrir, mais encore il se procura des échantillons des pierres qu'on avait dit être tombées dans différens lieux. Il les compara les uns aux autres, et les soumit à l'analyse chimique. Il reconnut ainsi que tous ces corps pierreux diffèrent complètement de toute autre pierre connue; qu'ils se ressemblent tous entre eux, et qu'ils sont tous composés des mêmes principes. Sa dissertation à ce sujet fut publiée dans les Transactions Philosophiques pour 1802. On trouve dans cet intéressant mémoire des preuves absolument irrésistibles que les corps pierreux, dont on y traite, sont réellement tombés de l'atmosphère. En effet, leurs caractères extérieurs et l'analyse chimique suffiraient pour décider ce point; car, comment concevoir qu'il se fût rencontré dans l'Inde, en Angleterre, en France, en Allemagne et en Italie, dans des climats et sur des sols de nature très-diverse, des pierres différant de tout autre minéral existant dans les contrées où elles avaient été trouvées, et se ressemblant parfaitement entre elles, si elles n'avaient pas une même origine. L'analyse chimique de M. Howard fut bientôt après répétée par Vauquelin [1] et par Klaproth [2], et les résultats s'en trouvèrent conformes.

Table des exemples les plus authentiques de chute de pierres.

1. Dans la plupart des cas, la chute de pierres de l'atmosphère a été précédée de l'apparence de corps lumineux ou météores. Ces météores crèvent avec détonation, et alors une pluie de pierres tombe sur la terre. Quelquefois les pierres continuent d'être lumineuses jusqu'à ce qu'elles arrivent à la terre; mais le plus ordinairement elles cessent de répandre de la lumière au moment de l'explosion. Ces météores se meuvent dans une direction presqu'horisontale, et semblent se rapprocher de la terre avant d'éclater. Dans la table qui suit, formée par M. Izarn, on trouve rassemblés les exemples les plus authentiquement constatés de chutes de pierres de l'atmosphère observées jusqu'à présent. On y a joint l'indication des époques de leur chute, et cité les personnes sur le témoignage desquelles l'évidence des faits repose [3].

[1] Ann. de Chim. XLV, 225. [2] Phil. Mag. XV, 182.
[3] Phil. Mag. XVI, 298.

SUBSTANCES qu'on a dit être tombées.	LIEUX où l'on dit les avoir vues tomber.	ÉPOQUES de leur chute.	TÉMOINS ou NARRATEURS du phénomène.
Pluie de pierres	A Rome	Sous le règne de Tullus Hostilius	Tite-Live.
Pluie de pierres	A Rome	Consulat de C. Martius et Manlius Torquatus	Julius Obsequens.
Pluie de fer	Dans la Lucanie	L'année avant la défaite de Crassus	Pline.
Pluie de mercure	En Italie	....	Dion.
Une pierre très-grande	Près du fleuve Négos, dans la Thrace	2e année de la 78e olympiade	Pline.
Trois grandes pierres	Dans la Thrace	L'an avant J. C. 452	Chronique du Comte Marcellin.
Pluie de feu	Au Quesnoy	4 janvier 1717	M. Geoffroy le cadet.
Une pierre de 35 kil. 2 hect.	Près de Larisse, en Macédoine	En janvier 1706	Paul Lucas.
Environ 1200 pierres, dont une de 58 kilog. 6 hect., une autre de 29 kil. 3 hect.	En Italie, près de Padoue	En 1510	Cardan, liv. 14 chap. 72 (Variété).
Une pierre de 28 kil. 8 hect.	Sur le mont Vaiser, en Provence	Le 27 novembre 1627	Gassendi.
Pluie de sable pendant 15 heures	Dans la mer Atlantique	Le 6 avril 1719	Le Père Lafeuillée.
Pluie de soufre	Sodome et Gomorre	....	Moïse.
Pluie sulfureuse	Dans le duché de Mansfeld	En 1658	Spangenberg.
Idem	A Copenhague	En 1646	Olaus Wurmius.
Pluie de soufre	A Brunswick	En octobre 1721	Siegesber.
Pluie visqueuse (matière inconnue)	En Irlande	En 1695	Muschenbroeck.
Deux grosses pierres pesant 9 kil. 7 hect.	A Liponas, en Bresse	En septembre 1753	M. De Lalande.
Une masse pierreuse	A Niort, en Normandie	En 1750	M. De Lalande.
Une pierre de 3 kil. 6 hect.	A Lucé, dans le Maine	13 septembre 1768	M. Bachelay.
Une pierre	A Aire, en Artois	En 1768	M. Gurson de Boyaval.
Une pierre	Dans le Cotentin	En 1768	M. Morand.
Pluie de pierres très-étendue	Aux environs d'Agen	Le 24 juillet 1790	MM. St.-Amand, Baudin, etc.
Environ 12 pierres	A Sienne (Toscane)	Juillet 1794	Le comte de Bristol.
Une grosse pierre de 27 kil. 3 hec.	A Wold-Cottage (comté d'Yorck)	13 décembre 1795	Le capitaine Topham.
Une pierre d'environ 9 kil. 7 hect.	A Salé, département du Rhône	17 mars 1798	MM. Lelièvre et de Drée.
Une pierre de 4 kil. 8 hect.	En Portugal	19 février 1796	M. Southey.
Pluie de pierres	A Benarès (Indes-Orientales)	19 décembre 1798	John Loyd Williams, esq.
Pluie de pierres	A Plann près Tabor, en Bohême	3 juillet 1753	De Born.
Masse de fer de 2 mèt. 7 décim. cubes	En Amérique	5 avril 1800	Philosophical Magasine.
Masse de fer de 684 kil. 8 hect.	A Abakank, en Sibérie	Très-ancienne	Pallas, Chladni, etc.
Pluie de pierres	A Barboutan, près Roquefort	En juillet 1789	Darcet fils, Lomet, etc.
Une grosse pierre de 127 kil 1 hect.	A Ensisheim (Haut-Rhin)	7 novembre 1492	Butenschoën.
Deux pierres de 97 kil. 8. hect. et 146 kil. 7 hect.	Près Vérone	En 1672	Académie de Bourdelot.
Une pierre d'environ 10 kil.	Sales, près Ville-Franche	12 mars 1798	De Drée.
Plusieurs de 5 à 9 kil.	Près de Laigle, en Normandie	26 avril 1803	Fourcroy.

Pierres ordinairement recouvertes d'une croûte noire.

2. Les corps pierreux, lorsqu'on les trouve après leur chute, sont toujours chauds. Ils s'enfoncent ordinairement à quelque profondeur dans la terre; leur poids diffère depuis quelques décagrammes jusqu'à beaucoup au-delà de cent kilogrammes. Ils sont communément arrondis, et toujours recouverts d'une croûte noire. Dans beaucoup de cas, ils répandent une forte odeur de soufre. La croûte noire consiste principalement, d'après l'analyse de M. Howard, dans un oxide de fer.

Leur composition.

3. La surface extérieure de ces pierres est raboteuse. Lorsqu'elles sont brisées, elles paraissent, à l'intérieur, d'une couleur grise cendrée et d'une texture grenue, semblable à celle d'un grès grossier. Vues au microscope, on y distingue aisément quatre substances différentes dont la pierre se compose; 1.° un grand nombre de petits corps sphériques, de grosseurs diverses, depuis celle d'une tête de petite épingle jusqu'à celle d'un pois. Ces globules sont de couleur grise tirant sur le brun. Ils ont une texture compacte; ils peuvent rayer le verre, et ils donnent de faibles étincelles avec l'acier; 2.° des fragmens de pyrites, de forme indéterminée, de couleur jaune rougeâtre, grénus, et se réduisant facilement en une poudre de couleur noire; 3.° des grains de fer à l'état métallique, disséminés comme les pyrites à travers la pierre; 4.° les trois substances qu'on vient de désigner sont unies entre elles par une quatrième substance de consistance terreuse et tellement molle qu'on en peut aisément séparer les trois autres substances avec la pointe d'un couteau, et même avec l'ongle. La pierre elle-même peut s'émietter aisément sous les doigts. La couleur de cette espèce de ciment est grise [1]. La proportion et la dimension de ces diverses parties constituantes des pierres varient considérablement dans différens échantillons; mais elles ont toutes entre elles une ressemblance frappante. Leur pesanteur spécifique varie de 3,552 à 4,281 [2].

Leur analyse chimique.

4. D'après l'analyse que M. Howard a faite de ces pierres avec beaucoup de précision et d'adresse, et dont les résultats se sont trouvés pleinement confirmés par celles de Vauquelin et de Klaproth, on voit que la croûte noire consiste dans un

---

[1] Bournon, Phil. Trans. 1802.

[2] *Ibid.*

composé de fer et de nickel, en partie à l'état métallique, et en partie à celui d'oxide. Les pyrites consistent en fer, nickel et soufre. Les grains métalliques sont du fer combiné avec environ les 0,33 de son poids de nickel, et les corps globuleux jaunes disséminés dans ces pierres sont formés de silice, de magnésie, de fer et de nickel. Le comte de Bournon a observé que ces globules ressemblent à la chrysolite de Werner, et que leur analyse chimique correspond exactement à celle que Klaproth a faite de ce minéral. Le ciment terreux se compose des mêmes substances que les corps globuleux, et à-peu-près dans les mêmes proportions. Mais il paraît nécessaire de présenter ici les résultats de quelques-unes des analyses de ces pierres, tels qu'ils ont été annoncés par les savans à qui nous en sommes redevables. Une pierre tombée à Bénarès, dans les Indes orientales, analysée par M. Howard, lui a donné, savoir :

Pour les substances contenues dans les pyrites,

2,0	Soufre.
10,5	Fer.
1,0	Nickel.
2,0	Matières terreuses et étrangères.
15,5	

Pour les corps sphériques,

50,0	Silice.
15,0	Magnésie.
34,0	Oxide de fer.
2,5	Oxide de nickel.
101,5	

Pour le ciment terreux,

48,0	Silice.
18,0	Magnésie.
34,0	Oxide de fer.
2,5	Oxide de nickel.
102,5	

Une pierre tombée dans le comté d'York, dépouillée autant que possible de ses particules métalliques, donna à

M. Howard, sur 150 parties qui en furent soumises à l'analyse, savoir :

75	Silice.
37	Magnésie.
48	Oxide de fer.
2	Oxide de nickel.
162	

L'excès de poids était dû à l'état d'oxidation des corps métalliques.

Des pierres tombées à Laigle en France, en 1803, produisirent à l'analyse qui en fut faite par Vauquelin et Fourcroy, sur cent parties, savoir :

54	Silice.
36	Oxide de fer.
9	Magnésie.
3	Oxide de nickel.
2	Soufre.
1	Chaux.
105 [1]	

On a présenté, dans la table qui suit, les résultats des analyses les plus remarquables qui aient été faites de pierres semblables depuis la publication du mémoire de M. Howard, sur ce sujet.

Fer	29,00 [2]	17,60 [3]	23,00 [4]	» [5]
Nickel	0,50	0,40	»	»
Chrome	»	»	»	2
Oxide de fer	»	25,00	»	31,00
Soufre	3,50	3,00	»	»
Silice	43,00	38,00	48,50	33,90
Magnésie	22,00	14,25	2,00	32,00
Chaux	0,50	0,75	9,50	»
Alumine	1,25	1,00	14,50	»
Magnésie	0,25	»	»	»

[1] Phil. Mag. XVI, 302.

[2] Klaproth. V, 252. La pierre tomba à Lissa, en 1808.

[3] *Ibid.* p. 255. La pierre tomba à Smolensk, en 1807.

[4] *Ibid.* p. 261. La pierre tomba à Stannern, en 1808.

[5] Vauquelin, Ann. de Chim. et Phys. I, 53. La pierre tomba à Langres, en 1815.

Stromeyer a dernièrement annoncé la découverte du cobalt dans le fer météorique du Cap-de-Bonne-Espérance*.

Il résulte évidemment des analyses qui précèdent, qu'il y a plusieurs espèces différentes de pierres météoriques; de manière qu'en les arrangeant suivant leur composition, on pourrait les diviser au-moins en trois ou quatre espèces. Il est à remarquer que les métaux qu'on a trouvés dans ces pierres, sont le fer, le nickel, le chrome et le cobalt; or ces métaux constituent la totalité des métaux magnétiques.

Conjectures sur leur origine.

5. Les expériences de M. Howard, ainsi confirmées par celles d'autres savans, et appuyées sur l'évidence historique la plus recommandable, ayant démontré que ces corps pierreux tombaient bien réellement du ciel, on devait naturellement s'attendre à toutes les tentatives qui seraient faites pour rendre raison de ce phénomène. Mais le sujet est enveloppé d'une telle obscurité, et la science de la météorologie a fait si peu de progrès, qu'il n'a pas encore été émis jusqu'à présent d'opinion à cet égard qui présente le plus léger caractère de probabilité. On supposa d'abord que les corps dont il s'agit provenaient d'éruptions volcaniques; mais la distance immense à laquelle sont les volcans des lieux où ces corps ont été trouvés, et la non-existence des pierres toutes semblables dans les productions volcaniques, rendent cette opinion insoutenable. Chladni s'efforça de prouver que les météores d'où ces pierres tombaient, étaient des corps flottans dans l'espace qui ne se rattachent à aucun système planétaire, qui sont attirés par la terre dans leur course, et embrasés par la rapidité de leur mouvement à travers l'atmosphère; mais une semblable théorie paraît tellement dénuée de tout fondement qui puisse la faire admettre, qu'on serait tenté de penser que le docteur Chladni lui-même n'y croit pas. Laplace mit en avant la probabilité que ces pierres étaient lancées sur notre globe par les volcans de la lune; mais les météores qui accompagnent presque toujours leur chute, et la vîtesse de leur mouvement horisontal sont de trop fortes objections contre cette opinion. La plupart des physiciens considèrent avec M. King et sir William Hamilton, ces corps comme des concrétions formées dans l'atmosphère. Cette hypothèse est sans contredit la plus probable de toutes; mais dans l'état

* Annals of Philosophy. IX, 249.

actuel de nos connaissances, il serait absurde d'essayer de donner aucune explication de la manière dont se forment ces corps pierreux. Les grandes masses de fer natif qui existent dans l'Amérique septentrionale, en Sibérie et près d'Agnam, contiennent du nickel, ainsi que s'en sont assuré Proust, Howard et Klaproth, et ressemblent exactement au fer qu'on trouve dans les pierres tombées de l'atmosphère. Nous avons donc tout lieu de croire que ces pierres ont la même origine, et c'est en effet l'opinion presque générale des physiciens. Klaproth a fait voir que le fer natif se distingue du fer météorique par l'absence du nickel *.

Au total, on peut considérer ces masses pierreuses et métalliques comme des fragmens de globes de feu qui se sont embrasés dans l'atmosphère ; mais l'origine et la cause de ces globes de feu se déroberont pendant des siècles peut-être encore à toutes les recherches des savans pour les expliquer.

---

* Gehlen's Journ. I, 8.

LIVRE II.

DES EAUX.

Tout le monde a dû observer d'assez près les eaux qui existent en si grande abondance sur la presque totalité de la surface de la terre, pour remarquer qu'elles diffèrent considérablement entre elles dans leur saveur et leur transparence, ainsi que dans leurs propriétés comme pouvant servir aux alimens ou à divers autres usages de l'économie domestique. Ces différences résultent de la présence de corps étrangers que le fluide aqueux tient en dissolution ou en suspension; car l'eau ne se rencontre jamais, dans la nature, à l'état de pureté parfaite. Dans quelques cas la proportion de ces matières étrangères est si faible qu'elle n'influe en rien sur la saveur ou sur les autres propriétés de l'eau; mais dans d'autres circonstances elles les altèrent entièrement; elles la rendent nuisible, ou médicinale, ou de nature à ne pouvoir plus servir à la préparation des alimens. Je considérerai sous un point de vue général dans ce livre les différentes sources et réunions d'eau; et j'entrerai dans l'examen de leurs propriétés et de leurs parties composantes, autant qu'on a pu jusqu'à présent les reconnaître. Eaux.

On peut très-convenablement diviser les eaux en trois classes; savoir : 1. Les eaux qui peuvent être employées à la préparation des alimens et aux autres objets d'économie domestique pour lesquels on se sert ordinairement d'eau. On peut, à défaut de dénomination plus convenable, appeler cette espèce d'eau *eau ordinaire*. 2. L'eau de mer. 3. Les eaux auxquelles on a donné le nom d'*eaux minérales*, à raison de ce qu'elles contiennent des substances minérales en grande proportion. On traitera dans les trois chapitres suivans de chacune de ces classes d'eaux. Divisibles en trois classes.

CHAPITRE PREMIER.

Eaux ordinaires.

La bonne eau est transparente comme du cristal, et entièrement incolore. Elle est sans odeur et n'a point, ou n'a que très-peu de saveur; et en général plus elle est légère, et meilleure elle est. En comparant entre elles les différentes eaux dont on fait usage pour les besoins ordinaires de la vie, et en les jugeant d'après les caractères que nous venons d'établir, on trouvera qu'elles diffèrent considérablement suivant les circonstances de leur situation. On peut réduire ces eaux aux quatre espèces suivantes; savoir : 1. l'eau de pluie; 2. l'eau de source et de rivière; 3. l'eau de puits; 4. l'eau de lac.

Eau de pluie.

1. L'eau de pluie, à moins qu'elle ne soit tombée près d'une ville, ou qu'elle n'ait été recueillie au commencement de la pluie, a toutes les propriétés de la bonne eau. Elle est tout aussi complètement dépouillée de substances étrangères que toute eau native quelconque. Les substances qu'elle tient en dissolution sont de l'*air*, de l'*acide carbonique*, du *carbonate de chaux*; et, suivant Bergman, elle donne quelques indices de présence d'*acide nitrique* et d'un peu d'*hydrochlorate de chaux*[1]. Ce fut Boyle qui reconnut le premier l'existence de l'air dans l'eau, et ce fut Schéele aussi qui s'assura le premier que cet air contenait une plus grande proportion d'oxigène que l'air atmosphérique. La quantité d'air dans la bonne eau n'excède pas les 0,0357 de son volume. Un décimètre cube d'eau contient généralement environ dix centimètres cubes de gaz acide carbonique. C'est à la présence de ces deux fluides élastiques que l'eau doit sa saveur, et que doivent s'attribuer la plupart des bons effets qu'elle produit sur les animaux et les végétaux; et c'est aussi parce que ces gaz s'en séparent que l'eau devient fade lorsqu'on la fait bouillir.

Eau de neige.

L'eau provenant de la neige, lorsqu'elle est nouvellement fondue, est aussi dépourvue de tout corps gazeux[2]; et c'est par cette

[1] Bergman. I, 87.
[2] *Ibid.*

raison que le poisson n'y peut vivre, ainsi que Carradori s'en est assuré [1]. Hassenfratz a bien essayé de prouver que l'eau de neige tient du gaz oxigène en dissolution; mais, selon toutes les probabilités, l'eau qu'il examina avait absorbé de l'air de l'atmosphère.

La quantité d'hydrochlorate de chaux que contient l'eau de pluie, doit être excessivement petite; s'il est vrai, ainsi que l'a annoncé Morveau, qu'on peut rendre l'eau de pluie suffisamment pure pour être convenablement employée dans les laboratoires de chimie, en y versant un peu de dissolution de barite, en l'exposant alors à l'atmosphère, et en laissant le précipité qui se forme se déposer. Suivant ce chimiste, l'eau découlant des toits, après un certain temps de continuation de pluie, ne contient qu'un peu de sulfate de chaux, dont elle s'est chargée en touchant les enduits des cheminées, les cordons de faîtages et les arêtiers [2]. Comment on la purifie.

Si les pierres météoriques se formaient réellement dans l'atmosphère, il y aurait lieu de s'attendre à trouver dans l'eau de pluie une plus grande proportion de corps étrangers dans certaines saisons que dans d'autres; et il serait possible qu'on obtînt quelques lumières sur les décompositions qui s'opèrent dans l'atmosphère, en examinant les substances solides que laisse l'évaporation de l'eau de pluie.

2. L'eau de sources n'est autre chose que l'eau de pluie qui, après avoir insensiblement filtré à travers la terre, se rassemble à l'extrémité de quelque pente, au fond de quelque cavité, et de là se fait jour à la surface. Cette eau est donc aussi pure que l'eau de pluie, lorsqu'elle n'a pas rencontré sur son passage à travers le sol quelque corps soluble ou autre. Mais comme cela arrive presque toujours, il s'ensuit qu'on trouve généralement dans les eaux de sources, même dans la plus pure de ces eaux, un peu de carbonate de chaux et d'hydrochlorate de soude, outre la proportion ordinaire d'air, et de gaz acide carbonique. Il est quelquefois aussi des eaux de sources qui contiennent de l'hydrochlorate de chaux ou un peu de carbonate de soude [3]. Le docteur Henry ayant dépouillé d'air, par l'ébullition, de Eau de source.

---

[1] Journ. de Phys. XLVIII, 226.
[2] Ann. de Chim. XXIV, 321.
[3] Bergman. I, 88.

l'eau de source, trouva que sur cent parties de l'eau, il y avait 4,76 parties de gaz, qu'il reconnut être un mélange de 3,38 parties d'acide carbonique et de 1,38 parties d'air atmosphérique *. Bergman s'assura que les eaux de sources des environ d'Upsal, qui passent pour être excessivement pures, contiennent en substances étrangères ; savoir :

1. Du gaz oxigène.
2. De l'acide carbonique.
3. Du carbonate de chaux.
4. De la silice.
5. De l'hydrochlorate de soude.
6. Du sulfate de potasse.
7. Du carbonate de soude.
8. De l'hydrochlorate de chaux.

La totalité de ces substances réunies s'élevait aux 0,000¼ de l'eau, et pour chacune d'elles dans les proportions suivantes :

Carbonate de chaux....	5,0	Hydrochlorate de chaux.	0, 5
Hydrochlorate de soude.	3,0	Sulfate de potasse.....	0,25
Silice................	0,5	Carbonate de soude....	0,25

Eau de rivière. On peut considérer les eaux de rivières comme une simple réunion des eaux de sources et de pluie, et par conséquent comme étant pour l'ordinaire au-moins aussi pures. Elles le sont en effet plus que l'eau de source lorsqu'elles coulent rapidement et sur un fond de sable siliceux ; parce qu'en abandonnant dans leur mouvement tout ce qui n'y était que mécaniquement suspendu, elles ne retiennent avec la proportion ordinaire d'air et de gaz acide carbonique, qu'une très-petite quantité de chaux carbonatée et d'hydrochlorate de soude. Lorsque le lit des rivières est argileux, leur eau est ordinairement de couleur opale, à raison des particules d'argile qu'elle tient en suspension.

Eau de puits. 3. On entend par eau de puits celle qu'on rassemble en creusant dans la terre des fosses profondes, qui n'est pas en quantité suffisante pour s'écouler par-dessus l'ouverture, mais qu'on peut obtenir en abondance en l'y puisant. Cette eau est essentiellement la même que celle de source, puisqu'elle a la même origine ; mais elle est plus susceptible de s'imprégner des substances étrangères provenant du sol, à raison de ce qu'elle le traverse plus lentement par filtration ou qu'elle y reste en stagnation. C'est par cette raison que l'eau de puits se trouve

* Nicholson's Journ. V, 237.

être souvent de cette qualité particulière qu'on désigne par la dénomination d'*eau dure* ou *crue*, parce qu'elle ne dissout pas le savon, et qu'elle n'est pas propre à la préparation de plusieurs espèces d'alimens. Ces propriétés sont dues à la grande proportion de sels terreux qu'elle tient en dissolution. Ces sels terreux, parmi lesquels le sulfate de chaux se trouve le plus ordinairement, ont la propriété de décomposer le savon. Leur acide s'unit avec l'alcali du savon, tandis que la base terreuse forme avec l'huile un savon insoluble dans l'eau qui enveloppe le savon et le rend gras au toucher. On peut, en général, détruire dans les eaux de puits cette propriété en y versant une dissolution de carbonate alcalin. M. Sennebier a fait voir que l'eau de puits contient ordinairement une plus grande proportion de gaz acide carbonique que l'eau de source ou de rivière. Eaux dures.

4. L'eau des lacs n'est autre chose qu'une réunion des eaux de pluie, de source et de rivière. Elle contient, en conséquence, précisément les mêmes sels hétérogènes; mais cette eau est rarement aussi transparente que l'eau de rivière, parce qu'elle est habituellement salie par des résidus de substances animales et végétales, dont la putréfaction s'y est opérée. Et, en effet, l'état le plus ordinaire de l'eau des lacs, qui est souvent à-peu-près stagnante, loin de s'opposer à la putréfaction de ces corps, contribue plutôt à la faciliter; tandis que dans l'eau de rivière, dont le mouvement est continuel, il ne se produit point de putréfaction. C'est à cette cause que sont dûs l'aspect glaireux et la couleur brunâtre qui distinguent souvent l'eau des lacs. Eau des lacs.

L'eau des *marais* contient encore une plus grande proportion de substances animales et végétales que celle de lacs, parce qu'elle est entièrement stagnante. Cette eau est fortement imprégnée de ceux des corps végétaux qui constituent les marais, et elle contient aussi habituellement du fer.

L'eau gardée dans des tonneaux pendant les voyages de mer, devient promptement putride et malfaisante. Cet effet provient de l'action de l'eau sur les tonneaux, dont elle dissout une portion. Berthollet a proposé comme moyen efficace pour remédier à cet inconvénient, de charbonner l'intérieur du tonneau. L'expérience a parfaitement réussi d'après l'essai que Krusenstern, capitaine de la marine russe, en a fait dans un voyage de long cours. La poudre de charbon agit effica-

cement, mais elle est embarrassante, et perd bientôt sa propriété [1].

CHAPITRE II.

De l'Eau de mer.

L'OCÉAN est le grand réservoir où vient se vider l'eau des lacs et des rivières. Elle en est ensuite élevée, par évaporation, sous la forme de cette humidité qui, retombant en pluie sur la terre, la fertilise et supplée à la déperdition des sources et des rivières. Cette circulation constante devrait naturellement porter à croire *à priori* que les eaux de l'océan ne diffèrent pas beaucoup de celles des rivières et des lacs; mais rien ne serait plus erroné qu'une semblable conséquence; car l'eau de mer, comme tout le monde sait, diffère matériellement de l'eau ordinaire dans sa saveur, sa pesanteur spécifique, et dans d'autres propriétés. Elle contient une proportion beaucoup plus grande de matière saline, et particulièrement d'hydrochlorate de soude, de laquelle on le retire ordinairement. Et, en effet, si l'eau de la mer n'était pas ainsi imprégnée de ces substances salines, la putréfaction de la masse immense de matières animales et végétales qui s'y trouvent rassemblées, deviendrait promptement fatale à tous les habitans de la terre.

Quantité d'eau de mer.

La profondeur moyenne de la mer n'étant pas connue, on ne peut pas déterminer la quantité absolue d'eau qu'elle contient. Il a été démontré par M. de Laplace, qu'il faut au-moins une profondeur d'environ deux myriamètres (quatre lieues) pour faire cadrer la hauteur à laquelle on sait que les marées s'élèvent dans le principal océan avec la théorie de Newton sur les marées [2]; et dans cette supposition, la quantité d'eau que renferme l'océan doit être immense; car en admettant même que cette profondeur moyenne n'excédât pas 400 mètres, son contenu solide, en considérant sa surface comme formant les 0,75 de celle de la terre, serait d'environ cent trente-trois mille cinq cents myriamètres cubes.

Ses propriétés.

L'eau de mer est d'une saveur amère très-désagréable, au-moins lorsqu'elle est prise à sa surface, ou près du rivage; mais celle qu'on en retire à de grandes profondeurs n'est

[1] Ann. de Chim. LIX, 96; et Gehlen's Journ. 2.e série. I, 645.
[2] Mém. Par. 1776, p. 213.

que salée [1]; d'où l'on voit que l'amertume de sa saveur est due aux substances animales et végétales qui y sont accidentellement mêlées près de sa surface. La pesanteur spécifique de l'eau de mer varie de 1,0269 à 1,0285 [2]. Elle ne gèle qu'à environ 3¼°[3] au-dessous de zéro de l'échelle centigrade.

L'eau de mer a été examinée par un grand nombre de chimistes, et il a été fait différentes suites d'expériences exactes pour en déterminer les parties constituantes. La table qui suit présente la quantité de sels contenus dans 10000 parties d'eau de mer, d'après les résultats de ces expériences.

	4	5	6	7	8	9
Hydrochlorate de soude	137,59	284,19	55,75	72,91	106,04	251
Sulfate de magnésie	6,18	—	2,3	—	0,86	57,8
Sulfate de soude	—	—	2,79	—	—	—
Hydrochlorate de magnésie	15,62	67,65	10,41	7,81	48,17	35
Hydrochlorate de chaux	20,38	—	—	31,25	—	—
Sulfate de chaux	3,47	8,01	2,08	7,81	5,21	1,5

	9	9	10	10	10
Hydrochlorate de soude	251	251	242,51	245,04	220,01
Sulfate de magnésie	57,8	62,5	7,86	17,04	—
Sulfate de soude	—	—	9,99	2,66	33,16
Hydrochlorate de magnésie	35	32,5	34,49	28,63	42,08
Hydrochlorate de chaux	—	—	—	—	7,84
Sulfate de chaux	1,5	1,5	9,45	9,72	—

[1] Bergman. I, 180. [2] Bladh, Kirwan's Geological Essays, p. 355. [3] Nairne, Phil. Trans. 1776, 1.re part. [4] Lavoisier, Mém. Par. 1772, p. 555. L'analyse se trouve dans une dissertation sur l'emploi de l'alcool dans l'analyse des eaux minérales. [5] Bergman, Opusc. I, 182. [6] Lichtenberg, Schweigger's Journ. II, 256. C'était de l'eau de la Baltique. Il trouva également, carbonate de chaux 0,83, carbonate de magnésie 0,41, et environ 43 centim. cubes de gaz acide carbonique. [7] Pfaff, *ibid.* C'était aussi de l'eau de la Baltique; il obtint également, 1,3 de carbonate de chaux. [8] Link, *ibid.* Ce fut aussi de l'eau de la Baltique qu'il analysa; il obtint 0,41 de matière résineuse. [9] Bouillon-Lagrange et Vogel, Annals of Philosophy. IV, 206. La première eau était celle du canal d'Angleterre; la seconde, du canal de Biscaye, et la 3.e de l'eau de la Méditerranée. Les deux premières contenaient 2 et au-moins 1 de carbonate de chaux et de magnésie, et ces deux premières contenaient 2,3, et au-moins 1,1 de gaz acide carbonique. [10]. Murray, Edim. Trans. VIII, 205. La première analyse

Les analyses de Lichtenberg et de Link étaient celles de l'eau de la Baltique, près l'île de Zélande, où elle a simplement le goût saumâtre, et une pesanteur spécifique de 1,00701. L'analyse de Bergman fut celle de l'eau à la latitude des Canaries, prises par Sparrman pour cet objet. La pesanteur spécifique de l'eau de mer, à cette latitude, est à-peu près celle du maximum. Cependant la proportion d'hydrochlorate de soude qu'y reconnut Bergman, était plus grande que celle ordinaire. L'eau examinée par Lavoisier était celle du canal d'Angleterre. Il résulte des expériences du docteur Murray, que les sels qu'on obtient de l'eau de mer varient suivant le mode d'analyse. D'où il suit évidemment que les parties constituantes réelles ne peuvent être reconnues par évaporation et cristallisation des sels. Il suppose que toutes les parties constituantes de l'eau de mer sont, excepté du sulfate de soude, des hydrochlorates; et que les sels étant concentrés par évaporation, les hydrochlorates de chaux et de magnésie décomposent le sulfate de soude et forment des sulfates de chaux et de magnésie; cette supposition du docteur Murray est très-plausible et probable. Nous pouvons donc considérer la dernière colonne de la table qui précède, comme présentant assez exactement les parties constituantes salines de l'eau de mer dans le voisinage des îles britanniques. Ainsi la proportion du sel s'élève à environ 0,03 du poids de l'eau.

En différens lieux.

Il résulte de tous les essais qui ont été faits, que la proportion des substances salines ne diffère pas beaucoup, quelle que soit la latitude à laquelle l'eau de l'océan est examinée. Lord Mulgrave reconnut que cette proportion était dans de l'eau prise aux diverses latitudes nord, de 80, 74 et 60°, et à 110 mètres de profondeur sous glace, de 0,0354, 0,036 et 0,034. Pagès trouva que l'eau de mer, prise aux 45 et 93° de latitude nord, contenait également les 0,04 de substances salines, et Beaumé en reconnut exactement les mêmes proportions par l'analyse qu'il fit de l'eau prise par Pagès au 34.e et au 14.e degré de latitude nord. Dans les latitudes méridionales,

---

fut faite d'après le mode suivi par Lavoisier; la seconde selon le mode ordinaire; et la troisième présente ce que le docteur Murray considère comme étant la véritable constitution de l'eau de mer. L'eau analysée était celle du détroit de Forth, d'une pesanteur spécifique de 1,029.

Pagès obtint de ses divers essais pour connaître les proportions des matières salines, les résultats suivans, savoir :

Latitudes.	Matières salines.
49°,50′	0,0416
46,00	0,045
40,30	0,04
25,54	0,04
20,00	0,039
1,16	0,035

Il paraît, d'après les expériences de Bladh sur la pesanteur spécifique de l'eau de mer, à diverses latitudes, que cette eau contient plus de sel aux tropiques que vers l'équateur.

Pesanteur spécifique de l'eau, tenant en dissolution des proportions différentes de sels.

Si l'on connaissait le rapport qui existe entre la quantité des substances salines contenues dans l'eau de mer et sa pesanteur spécifique, il serait facile de déterminer dans tous les cas la proportion de ces matières : car il suffirait alors de chercher la pesanteur spécifique de l'eau qu'on veut examiner. On parviendrait à établir ce rapport par une suite d'expériences qui consisteraient à dissoudre dans de l'eau pure des quantités différentes des sels que contient l'eau de mer, et dans les mêmes proportions qu'ils y existent respectivement, et à s'assurer de la pesanteur spécifique de chaque dissolution ainsi composée. Le docteur Watson a formé une table de ce genre en ce qui concerne l'hydrochlorate de soude ; et comme celui dont il se servait n'était pas parfaitement pur, et qu'il contenait un mélange des différens sels qu'on rencontre ordinairement dans l'eau de mer, on peut considérer cette table comme indiquant très-approximativement la proportion des substances salines existantes dans l'eau de mer. Nous avons cru en conséquence devoir l'insérer ici.

* Watson's Chemical Essays. V, 91.

Proportion du sel.	Pesanteur spécifique.	Proportion du sel.	Pesanteur spécifique.
0,0	1,000	0,035	1,020
0,50	1,206	0,033	1,019
0,25	1,160	0,031	1,015
0,20	1,121	0,027	1,014
0,166	1,107	0,025	1,013
0,142	1,096	0,023	1,012
0,125	1,087	0,020	1,009
0,111	1,074	0,018	1,007
0,083	1,059	0,017	1,006
0,071	1,050	0,013	1,005
0,066	1,048	0,012	1,004
0,062	1,045	0,009	1,003
0,055	1,040	0,008	1,0029
0,047	1,032	0,007	1,0023
0,041	1,029	0,006	1,0018
0,037	1,027	0,005	1,0017
0,035	1,025	0,0019	1,0014
0,033	1,024	0,0011	1,0008
0,031	1,023	0,0009	1,0006

Cette table fut calculée à une température de 8 à 12° centigrades ; mais Kirwan en a réduit une partie à la température de 17° centig., afin de la comparer avec les pesanteurs spécifiques de l'eau de mer prise à cette température, ou au-moins qui y a été amenée ; et les pesanteurs spécifiques ainsi établies par Kirwan sont comme il suit, savoir :

Proportion du sel.	Pesanteur spécifique à 17° centig.
0,041	1,0283
0,040	1,0275
0,038	1,0270
0,037	1,0267
0,035	1,0250
0,033	1,0233
0,025	1,0185
0,022	1,0133
0,016	1,0105
0,009	1,0040
0,006	1,0023

Au moyen de cette table, on pourra connaître la proportion des substances salines contenues dans l'eau de mer des diverses parties des océans atlantique et indien, d'après la table suivante de la pesanteur spécifique de l'eau de différentes parties de ces mers, formée par Bladh, et réduite par Kirwan à la température de 17° centig. *.

* Kirwan's Geol. Essays, p. 350.

Pesanteur spécifique de l'eau de mer en différens lieux.

Latitude.	Longitude *.	Pesanteur spécifique à 17° centig.
Nord.	Orientale.	
59°,39′	8°,48′	1,0272
57,18	18,48	1,0269
	Occidentale.	
57,01	1,22	1,0272
54,00	4,45	1,0271
44,32	2,04	1,0276
	Orientale.	
44,07	1	1,0276
40,41	0,30	1,0276
34,40	1,18	1,0280
29,50	0,00	1,0281
	Occidentale.	
24,00	2,32	1,0284
18,28	3,24	1,0281
16,36	3,37	1,0277
14,56	3,46	1,0275
10,30	3,49	1,0272
5,50	3,28	1,0274
2,20	3,26	1,0271
1,25	3,30	1,0273
Sud.		
0,16	3,40	1,0277
5,10	6,00	1,0277
10,00	6,05	1,0285
14,40	7,00	1,0284
20,06	5,30	1,0285
25,45	2,22	1,0281
	Orientale.	
30,25	7,12	1,0279
37,37	68,13	1,0276

On voit par cette table, en la comparant à celle qui précède, que c'est entre les 10e. et 20e. degrés de latitude sud que l'eau de l'Océan contient le plus de sel, la proportion s'en élevant au-delà des 0,041. Cette proportion est bien

* La longitude est comptée ici de Ténérife.

moindre dans l'espace compris entre les 18e. et 34e. degrés de latitude nord ; et, à l'équateur, elle est de près des 0,04. C'est à la latitude nord de 57° que l'eau de la mer contient le moins de substances salines, puisque la proportion en excède de très-peu les 0,037.

Les expériences de Wilcke nous apprennent que les eaux de la mer Baltique contiennent beaucoup moins de sel que celles de l'Océan ; que la proportion des substances salines y augmente par un vent d'ouest, et encore plus par un vent de nord-ouest. La pesanteur spécifique de l'eau de la mer Baltique prise par Wilcke dans ces différentes circonstances et ramenée par Kirwan à la température de 17°, est ainsi qu'il suit : De la Baltique.

Pesanteur spécifique.	
1,0039	vent à l'est.
1,0067	*idem* à l'ouest.
1,0118	tempête d'ouest.
1,0098	vent au nord-ouest.

Il en résulte que la proportion du sel dans l'eau de la mer Baltique n'est que des 0,009 lorsque c'est le vent d'est qui domine, et que cette proportion est doublée par une tempête d'ouest ; ce qui prouve non-seulement que la salure de l'eau de la Baltique provient de l'Océan qui l'avoisine, mais encore que les tempêtes ont un beaucoup plus grand effet qu'on ne l'avait supposé sur les eaux de l'Océan [1]. Les eaux des mers Noire et Caspienne sont, s'il en faut croire Tournefort, moins salées que celles de l'Océan [2] : mais il est probable que la salure des eaux de la Méditerranée est au-moins égale à celle des eaux de l'Atlantique.

L'eau de la *mer morte* diffère extrêmement de l'eau de mer. Sa pesanteur spécifique est de 1,211 [3] ; elle est saturée de sel, comme ne contenant pas moins de 24,6 pour 100 Mer morte.

---

[1] Kirwan's Geological Essays, p. 356 J'ai trouvé la pesanteur spécifique de l'eau prise dans la mer Baltique, dans un temps calme, ainsi qu'il suit :

Prise à Tunaberg.	1,00476
Dans le sund.	1,00701

L'eau prise à Tunaberg contient exactement les 0,14 du sel existant dans l'eau du détroit de Forth.

[2] Tournefort, Voyages. II, 410.

[3] Marcet.

de matière saline. Elle est composée, suivant l'analyse de Lavoisier, de

55,60	eau.
38,15	hydrochlorate de chaux et de magnésie.
6,25	hydrochlorate de soude.
100 [1]	

Mais par la dernière analyse très-exacte du docteur Marcet, les parties constituantes contenues dans 100 parties de l'eau de ce lac sont, savoir :

3,920	hydrochlorate de chaux.
10,246	hydrochlorate de magnésie.
10,360	hydrochlorate de soude.
0,054	sulfate de chaux.
75,420	eau.
100,000 [2].	

L'eau de ce lac doit donc être distinguée de l'eau de mer, et l'on pourrait convenablement la ranger parmi les eaux *minérales*. Le docteur Marcet trouva que la constitution de l'eau du Jourdain, qui coule dans la mer morte, était semblable, car la proportion des sels n'y excède pas celle des 0,0012.

CHAPITRE III.

Des Eaux minérales.

Eaux minérales expliquées.

On a désigné par la dénomination d'*eaux minérales* toutes les eaux qui diffèrent de l'eau ordinaire par une odeur particulière, par leur saveur, leur couleur, etc., et qui, à rai-

---

[1] Mém. Par. 1778, p. 69.

[2] Nicholson's Journ. XX, 25. Les parties constituantes du sulfate de chaux et du sulfate de barite ayant été établies par le docteur Marcet, d'après l'analyse fautive de Chenevix, il y aura une petite erreur dans la quantité du sulfate de chaux ; mais la proportion de ce sel, contenue dans l'eau, est si faible, que l'erreur peut être considérée comme étant de très-peu d'importance. Je n'ai pas fait mention de l'analyse de Klaproth, qui présente moins d'exactitude que celle de Marcet. Annals of Philosophy. I, 36.

son de ces propriétés, ne peuvent servir aux usages de l'économie domestique. On rencontre plus ou moins fréquemment ces eaux, formant dans différentes parties de la terre des puits, des sources ou des fontaines. Leur température est quelquefois la même que celle du sol qu'elles traversent ; d'autres fois elles sont chaudes, et même dans quelques cas, jusqu'au degré de l'ébullition. Beaucoup de ces sources minérales fixèrent l'attention dès les premiers âges ; et elles furent recherchées par les personnes affligées de maladies, pour en faire usage comme remède, soit intérieurement, soit à l'extérieur. Mais ce ne fut que vers la fin du dix-septième siècle qu'on essaya de reconnaître la composition de ces eaux, ou de découvrir quelles pouvaient être les substances d'où dérivaient leurs propriétés.

On peut considérer Boyle comme étant le premier qui ait indiqué la manière d'examiner l'eau. Il y constata d'abord l'existence de l'air, et proposa un certain nombre de moyens d'essai à l'aide desquels on put établir des conjectures relativement aux substances salines tenues en dissolution dans l'eau examinée. Dominique Duclos ayant entrepris, en 1665, l'analyse des eaux minérales de France, il y employa presque tous les réactifs recommandés par Boyle, en y en ajoutant également lui-même plusieurs autres. En 1680, Hierne publia une suite d'expériences sur les eaux minérales de Suède. Bientôt après de nombreux perfectionnemens furent introduits dans l'art de l'analyse des eaux par Régis, Didier, Burlet et Homberg ; et en 1726 Bouldoc conseilla le moyen de précipiter par l'alcool plusieurs des substances salines contenues dans l'eau. Mais ce ne fut qu'après la découverte de l'acide carbonique par le docteur Black, qu'on commença à faire de grands progrès dans la recherche de la composition des eaux minérales. Les premiers chimistes qui s'occupèrent de cet objet avaient été arrêtés dans leurs travaux par la présence de cet acide subtil qui existe si fréquemment dans les eaux, et qui agit comme dissolvant à l'égard de beaucoup de terres, et même de substances métalliques. Mais la nature de cet acide ayant été reconnue, l'art de l'analyse des eaux minérales marcha à grands pas vers son plus grand degré de perfectionnement ; et la savante dissertation de Bergman sur ce sujet, publiée en 1778, y contribua principalement. Depuis cette époque, les travaux

Essais pour les analyser.

de Gioanetti, Black, Klaproth, Westrumb, Fourcroy, Brezé, Kirwan, et de beaucoup d'autres chimistres distingués, ont encore successivement ajouté de nouveaux moyens à ceux déjà acquis; de sorte que malgré la difficulté du sujet, il n'est peut-être pas de branche de la chimie qui ait fait plus de progrès, ou qui ait été poussée plus loin que celle de la connaissance des eaux minérales. En effet, le docteur Murray d'Edimbourg a publié dernièrement une formule générale, applicable à l'analyse des eaux minérales, et qui simplifie considérablement l'opération de l'analyse.

Substances qu'on y a découvertes. On peut évaluer à 38 le nombre des différentes substances dont on a jusqu'à présent reconnu la présence dans les eaux minérales, et toutes ces substances peuvent se réduire aux quatre principales divisions suivantes.

1. L'air et ses parties composantes, l'oxigène et le gaz azote. 2. Les acides. 3. Les alcalis et les terres. 4. Les sels.

1. Air. I. 1. L'air existe dans la plupart des eaux minérales; sa proportion n'excède pas les 0,0357 du volume de l'eau.

2. Ce fut Schéele qui reconnut le premier la présence du gaz oxigène dans les eaux minérales. Il y est ordinairement en petite quantité; et il ne peut s'y trouver en même-temps avec le gaz acide hydro-sulfurique ou le fer.

3. Le docteur Pearson découvrit pour la première fois le gaz azote dans l'eau de Buxton. Il fut trouvé depuis par le docteur Garnet dans les eaux de Harrowgate, et par M. Lambe dans celles de Limington.

2. Acides. II. Parmi les acides, on n'en a encore trouvé que quatre existant dans les eaux sans y être à l'état de combinaison; et excepté ceux qui peuvent s'y trouver unis à une base, ces quatre acides sont les acides carbonique, sulfureux, borique, et le gaz acide hydro-sulfurique.

1. Ce fut le docteur Brownrigg qui signala le premier la présence de l'acide carbonique dans l'eau de Pyrmont. C'est l'ingrédient le plus ordinaire des eaux minérales; cent parties d'eau contiennent généralement de six à quarante parties de ce gaz acide. Suivant Westrumb, cette proportion du gaz acide carbonique dans l'eau de Pyrmont est de 187 parties sur 100 d'eau, ou de presque le double du volume de l'eau.

2. On a trouvé l'acide sulfureux dans plusieurs eaux minérales chaudes d'Italie, qui sont dans le voisinage des volcans.

3. On a remarqué la présence de l'acide borique dans quelques lacs en Italie.

4. Le gaz acide hydro-sulfurique constitue l'ingrédient le plus remarquable de celles des eaux minérales qu'on distingue par la dénomination d'*hépatiques* ou *sulfureuses*.

III. La soude est le seul alcali non combiné qu'on ait jusqu'à présent rencontré dans les eaux minérales; de même que la silice et la chaux sont les seuls corps terreux qu'on en ait retirés. 3. Alcalis et terres.

1. Le docteur Black trouva la soude à nu dans les eaux minérales chaudes de Geyzer et de Rykum en Islande; mais le plus généralement la soude est combinée avec l'acide carbonique.

2. Bergman observa le premier la présence de la silice dans les eaux. Elle fut reconnue depuis par Black dans les eaux minérales de Geyzer et de Rykum, et dans celles de Carlsbad par Klaproth. Hassenfratz la trouva dans les eaux de Pougues, et Brézé dans celles de Lu. On en a obtenu de beaucoup d'autres eaux minérales.

3. On a annoncé l'existence de la chaux non combinée dans quelques eaux minérales; mais cette assertion n'a été confirmée par aucune expérience exacte.

IV. Parmi les sels, il ne s'est jusqu'à présent rencontré dans les eaux minérales que les *sulfates*, *nitrates*, *hydrochlorates*, *carbonates*, et les *hydrosulfates* dont l'énumération suit; 4. Sels.

Savoir :

1.	Sulfates.......	de soude.
2.		d'ammoniaque.
3.		de chaux.
4.		de magnésie.
5.		d'alumine.
6.		de fer.
7.		de cuivre.
8.	Nitrates......	de potasse.
9.		de chaux.
10.		de magnésie.
11.	Hydrochlorates,	de potasse.
12.		de soude.
13.		d'ammoniaque.
14.		de barite.
15.		de chaux.

16.	Hydrochlorates,	de magnésie.
17.		d'alumine.
18.		de manganèse.
19.	Carbonates....	de potasse.
20.		de soude.
21.		d'ammoniaque.
22.		de chaux.
23.		de magnésie.
24.		d'alumine.
25.		de fer.
26.	Hydrosulfates..	de chaux.
27.		de potasse.

Et aussi le sous-borate de soude.

De ces divers genres de sels, les carbonates et les hydrochlorates sont ceux que les eaux minérales contiennent le plus fréquemment et le plus abondamment ; ce sont les nitrates qu'on y rencontre le plus rarement.

1. Le sulfate de soude existe ordinairement dans les eaux minérales, et spécialement dans celles qu'on distingue par la dénomination d'*eaux salées*.

2. Le sulfate d'ammoniaque se trouve dans les eaux minérales qui sont dans le voisinage des volcans.

3. Le sulfate de chaux est extrêmement commun dans l'eau. Sa présence semble y avoir été reconnue pour la première fois par le docteur Lister, en 1682. Il semblerait être généralement formé pendant l'évaporation des eaux minérales par l'action du sulfate de soude sur l'hydrochlorate de chaux.

4. Le sulfate de magnésie existe presque toujours dans celles des eaux minérales qui ont les propriétés purgatives. Il fut découvert dans les eaux d'Epsom en 1610, et en 1696 le docteur Grew publia un traité à ce sujet.

5. L'alun se trouve quelquefois dans les eaux minérales ; mais en général il est très-rare qu'elles en contiennent.

6 et 7. Le sulfate de fer se rencontre quelquefois dans les eaux minérales volcaniques. On l'a même observé dans les eaux minérales d'autres lieux. Mais le sulfate de cuivre ne se trouve que dans les eaux qui découlent des mines de cuivre.

8. On a retiré du nitrate de potasse de quelques sources de la Hongrie ; mais il est extrêmement rare de le rencontrer dans les eaux minérales.

9, Le docteur Home d'Edimbourg reconnut le premier, en 1756, la présence du nitrate de chaux dans l'eau. On assure qu'il existe dans quelques sources des déserts sablonneux de l'Arabie.

10. On dit avoir trouvé le nitrate de magnésie dans quelques sources.

11. L'hydrochlorate de potasse se rencontre rarement. Il a été dernièrement découvert par Julin dans les sources minérales d'Uhleaborg, en Suède.

12. L'hydrochlorate de soude est si excessivement commun dans les eaux minérales, qu'il est difficile de faire l'analyse d'une seule source sans y découvrir la présence de ce sel.

13. L'hydrochlorate d'ammoniaque existe rarement dans les eaux minérales. Mais on l'a trouvé dans quelques sources en Italie et en Sibérie.

14. L'hydrochlorate de barite y est plus rare encore ; mais Bergman en a annoncé la présence dans des eaux minérales.

15 et 16. Les hydrochlorates de chaux et de magnésie sont des ingrédiens ordinaires des eaux minérales.

17. Le docteur Withering a trouvé de l'hydrochlorate d'alumine dans des eaux, mais il y est très-rare.

18. Bergman a parlé de l'hydrochlorate de manganèse comme se rencontrant quelquefois dans des eaux minérales. M. Lambe l'a dernièrement observé dans les eaux de Lemington, mais dans une proportion extrêmement limitée, et le docteur Scudamore dans l'eau des puits de Tunbridge.

19. Plusieurs chimistes ont annoncé la présence du carbonate de potasse dans des eaux minérales. Si elle y a lieu en effet, ce doit être en bien petite proportion.

20. Le carbonate de soude est peut-être, après l'hydrochlorate de soude et le carbonate de chaux, l'ingrédient le plus commun dans les eaux minérales.

21. On a trouvé du carbonate d'ammoniaque dans des eaux ; mais il est très-rare qu'elles en contiennent.

22. Le carbonate de chaux existe dans presque toutes les eaux où il est ordinairement tenu en dissolution par un excès de son acide. Il résulte d'expériences de différens chimistes, rapportées par Kirwan, et spécialement de celles de Berthollet, que de l'eau saturée d'acide carbonique peut tenir en dissolution 0,002 de carbonate de chaux. Or l'eau saturée

d'acide carbonique à la température de 10° centig. contient près des 0,002 de son poids de cet acide ; donc lorsqu'il existe dans l'eau assez d'acide carbonique pour la saturer, cet acide est susceptible de dissoudre une quantité égale à son propre poids de carbonate de chaux. Il en résulte que dans mille parties en poids d'une eau contenant deux parties d'acide carbonique, il peut être tenu en dissolution deux parties de carbonate de chaux. Si l'on augmente la proportion de l'eau, elle n'en est pas moins capable de tenir le carbonate de chaux en dissolution lors même que la proportion de l'acide carbonique est diminuée : ainsi 24000 parties d'eau peuvent dissoudre deux parties de carbonate de chaux, lors même qu'il n'y a dans cette quantité d'eau qu'une partie d'acide carbonique. Plus la proportion d'eau devient considérable, moins il faut d'acide carbonique pour tenir la chaux en dissolution ; et cet effet finit par être produit sans excès sensible de cet acide lorsque la proportion de l'eau est augmentée à un certain point. Il faut remarquer aussi que l'eau, quelque petite que puisse être la quantité d'acide carbonique qu'elle contient, est capable de dissoudre du carbonate de chaux, pourvu que le poids de cet acide présent excède celui de la chaux [1]. Ces observations s'appliquent également à tous les autres carbonates terreux tenus en dissolution dans les eaux minérales.

23. Le carbonate de magnésie existe aussi très-fréquemment dans les eaux minérales, et il y est presque toujours accompagné de carbonate de chaux.

24. On dit avoir trouvé dans ces eaux du carbonate d'alumine ; mais sa présence n'y a pas été convenablement constatée.

25. Le carbonate de fer est très-commun dans les eaux minérales, et c'est le principal ingrédient de celles qu'on désigne sous la dénomination d'eaux *ferrugineuses*.

26 et 27. On a souvent rencontré les hydro-sulfates de chaux et de soude dans celles des eaux minérales qu'on appelle sulfureuses ou hépatiques.

28. Le borax existe dans les eaux de quelques lacs de la Perse et du Thibet, mais on n'a pas examiné la nature de ces eaux [2].

---

[1] Kirwan's on Mineral Waters, p. 15. [2] *Ibid.* p. 8, etc.

Outre ces matériaux divers des eaux minérales, on y a encore observé par fois certaines substances végétales et animales; mais dans la plupart des cas, on les y considère plutôt comme mélanges accidentels que comme parties réellement composantes. 5 Matières végétales et animales.

L'énumération que nous venons de faire peut nous donner une idée assez exacte des principes qui minéralisent les eaux; mais elle ne suffit pas pour nous faire connaître la nature de ces liquides ainsi composés. Il n'existe point d'eaux minérales qui contiennent à-la-fois toutes ces substances. Il s'y en trouve rarement plus de cinq ou six ensemble, et il arrive à peine jamais que leur nombre excède celui de huit ou dix. La proportion de ces diverses substances y est généralement aussi peu considérable, et dans beaucoup de cas, elles y sont en quantité extrêmement petite. C'est donc sur la distinction des substances qui se trouvent le plus habituellement réunies dans les eaux minérales, et sur la détermination de leur proportion, qu'il faut établir la recherche de la nature de ces eaux. Dans la plupart des eaux minérales, il est ordinairement quelque substance qui, à raison de sa plus grande proportion ou de son activité plus énergique, imprime, pour ainsi dire, à l'eau, son caractère, et lui donne celles de ses propriétés qui la font le plus facilement distinguer. C'est donc sur la présence de cette substance dans l'eau qu'il faut principalement porter son attention, puisque les autres corps qu'elle contient en plus petite proportion peuvent varier ou même manquer entièrement sans qu'il en résulte aucun changement sensible dans la nature de l'eau. Considérées sous ce point de vue, les eaux minérales doivent être classées d'après la substance particulière qui y domine, et l'on peut en conséquence les partager dans les quatre classes suivantes, savoir : Eaux minérales divisées en quatre classes.

1. Eaux acidules.
2. Eaux chalibées ou ferrugineuses.
3. Eaux hépatiques.
4. Eaux salées.

Nous allons examiner chacune de ces classes.

1. Les eaux acidules sont celles où l'acide carbonique domine, et qui contiennent cet acide en proportion considérable. On les distingue aisément à leur saveur piquante et à leur pétillement analogue à celui du vin de Champagne, lorsqu'on en verse dans un verre. Elles contiennent presque 1. Acidules.

toujours de l'hydrochlorate de soude, et, en général aussi, une plus ou moins grande proportion de carbonates terreux.

2. Ferrugineuses. 2. Les eaux ferrugineuses contiennent une portion de fer. Elles se distinguent facilement par la propriété qu'elles ont de produire une couleur noire avec la teinture de noix de galle. Le fer y est ordinairement tenu en dissolution par l'acide carbonique. Il arrive très-souvent que cet acide est en excès; alors les eaux sont non-seulement ferrugineuses, mais encore acidules, telles que celles de Spa et de Pirmont. Dans quelques cas, le fer y est à l'état de sulfate, mais ces exemples sont rares. On peut reconnaître facilement les eaux qui contiennent le sulfate de fer par la propriété qu'elles ont de continuer à donner une couleur noire avec la teinture de noix de galle, même après qu'on les a fait bouillir, et qu'elles ont été filtrées; tandis que par l'ébullition le carbonate de fer se décompose, et sa base se précipite.

3. Hépatiques. 3. Les eaux hépatiques ou sulfureuses sont celles qui contiennent du gaz acide hydro-sulfurique. Ces eaux se reconnaissent facilement à l'odeur de gaz acide hydro-sulfurique qu'elles exhalent, et à la propriété qu'elles ont de noircir l'argent et le plomb. La nature des eaux de cette classe embarrassa pendant long-temps les chimistes. Quoique souvent elles déposent spontanément du soufre, on ne pouvait cependant trouver les moyens de l'en séparer par l'art. Bergman parvint enfin à découvrir la cause de la dissolubilité du soufre en reconnaissant dans ces eaux la présence du gaz acide hydro-sulfurique. Elles sont de deux espèces; celles qui ne sont chargées que d'acide hydro-sulfurique non combiné, et celles dans lesquelles cette substance se trouve à l'état d'union avec la chaux ou avec un alcali. Souvent aussi ces eaux sont imprégnées d'acide carbonique, et contiennent ordinairement en même-temps quelques hydrochlorates ou sulfates.

Salées. 4. On nomme eaux salées celles qui ne contiennent que des sels en dissolution, sans fer ou acide carbonique en excès. On peut diviser les eaux de cette espèce en quatre ordres différens, suivant la nature du sel qui y domine. Le premier se compose des eaux qui contiennent des sels à base de chaux, et qui sont généralement le carbonate ou le sulfate de cette terre. On les connaît sous le nom d'eaux dures : elles n'ont qu'une légère saveur désagréable. Les eaux du second ordre sont celles où l'hydrochlorate de soude est en excès; on les

reconnaît généralement à leur saveur salée ; et, comme l'eau de mer, elles contiennent habituellement des sels magnésiens et calcaires. Dans les eaux du troisième ordre, c'est le sulfate de magnésie qui prédomine ; elles ont une saveur amère, et sont purgatives. Enfin, le carbonate de soude est plus abondant que les autres sels, dans les eaux du quatrième ordre qui sont alcalines. On les distingue aisément par la propriété qu'elles ont de changer en vert les couleurs bleues végétales.

Tel est l'exposé succinct des différentes classes d'eaux minérales. Il ne pouvait entrer dans le plan de cet ouvrage* de présenter ici une description particulière de chacune d'elles ; mais on aura des notions suffisamment exactes sur les sels qui s'y trouvent le plus ordinairement réunis, et sur les proportions de chacun d'eux, au moyen de la table ci-jointe, qui offre, sous un point de vue synoptique, les parties composantes d'un nombre considérable d'eaux minérales, d'après les analyses qui en ont été faites par différens chimistes.

* Le lecteur trouvera un exposé exact des propriétés et de la constitution des eaux minérales les plus renommées, soit d'Angleterre, soit d'autres pays, dans l'ouvrage intitulé : D.r *Saunders's Treatise on the Chemical History and Medical Powers of the most celebrated Mineral Waters.* C'est dans cet excellent ouvrage que j'ai puisé plusieurs des analyses que présente la table dans le texte.

	EAU.	GAZ.				CARBONATES DE				HYDROCHLORATES DE				SULFATES DE			SILICE.	ALUMINE.	RÉSINE.
		Oxigène.	Acide carbonique.	Acide hydrosulfurique.	Azote.	Soude.	Chaux	Magnésie.	Fer.	Soude.	Chaux	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Chaux	Magnésie.			
		Cent. c.	Cent. c.	Cent. c.	Cent. c.														
Seltzer [1]........	8949	7,128	213,07	»	»	5,22	78,3	6,32	»	13,74	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Spa [1]............	8933	»	160,642	»	»	1,85	1,85	4,35	0,70	0,21	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pyrmont [1].......	8950	»	321,244	»	»	»	4,3	9,8	0,70	1,7	»	»	»	»	8,38	5,44	»	»	»
Aix-la-Chapelle [1].	89,0	»	»	214,053	»	15,25	5,98	»	»	6,21	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Medri [1].........	8,33	»	107,026	142,756	»	»	»	»	0,92	»	0,11	»	»	»	»	»	»	»	»
Carlsbad [2]......	25320	»	810,70	»	»	38,5	12,5	»	0,02	32,5	»	»	»	66,75	»	»	2,25	»	»
Leming Priors [3]	2816	»	8,190	»	57,36	»	»	»	,75	430,	»	11,5	»	15,2	112,	»	»	»	»
Pouges [4]........	9216	»	273,713	»	»	10,4	12,4	1,2	»	2,2	»	»	»	»	»	»	3,2	0,35	»
Enghien [5]......	92160	»	303,215	1147,30	»	»	21,4	1,35	»	2,4	»	8,0	»	»	33,3	5,8	»	»	»
Lu [6]............	3 864	»	8,190	32,78	»	»	10,22	»	»	36,74	9,25	»	»	»	14,03	»	0,23	»	»
Geyzer [7]........	10000	»	»	»	»	0,93 §	»	»	»	2,46	»	»	»	1,46	»	»	5,4	0,48	»
Uhleaborg [8].....	42210	»	0,	»	»	»	1,9	»	1,3	5,7	»	»	1,	»	0,8	»	1,7	»	»
Teplisz [9].......	52340	»	»	»	»	13,25	16,5	»	32,5	61,3	28,5	»	»	»	»	»	15,1	»	0,6
Kilburn [10]......	138240	»	1376,76	590,04	»	»	2,4	1,25	0,2	6,0	0,6	12,8	»	28,2	13,0	91,0	»	»	»
Bristol [11].......	103643	49,139	491,70	»	»	»	13,5	»	»	4,	»	7,25	»	11,25	11,75	»	»	»	»
Tunbridge [12]...	103643	22,916	173,734	»	65,56	»	»	»	1,	0,5	»	2,25	»	»	1,25	»	»	»	»
Cheltenham [13]..	103643	»	497,731	»	245,85	»	»	»	5,	5,	»	25, *	»	480, **	40,	»	»	»	»
Harrowgate [14]...	103643	»	131,12	311,41	114,73	»	18,5	5,5	»	615,5	13,	91,	»	»	»	0,5	»	»	»
Moffat [14].......	103643	»	16,39	163,90	65,56	»	»	»	»	3,6	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Bath [15].........	15360	»	39,33	»	»	»	1,6	»	0,004	6,6	»	»	»	3,	18,	»	»	»	»

[1] Bergman.
[2] Klaporth.
[3] Lambe, Man. Mem. V. 174.
[4] Hassenfratz, Ann. de chim. I. 181.
[5] Fourcroy, *ibid.* VI. 172.
[6] Frézé, *ibid.* X. 44.
[7] Black.
[8] Julin. Crell's Ann. 1797. II. 373.
[9] Jahn. *ibid.* I. 331.
[10] Schmeisser, Phil. Trans. LXXXII. 127.
[11] Dr. Carirck, *Saunders on Mineral Waters*, p. 118.
[12] Dr. Babington, *ibid.*, p. 241.
[13] Fothergill, *ibid.*
[14] Garuet, *ibid.*, p. 524 *and* 33.
[15] Philips, Phil. Mag. XXIV. 342.

§ Soude pure. *** Et sulfate de magnésie.** **** Et carbonate.**

CHAPITRE IV.

De la Méthode d'analyse des eaux.

L'ANALYSE des eaux, ou l'art de reconnaître les différentes substances qui y sont tenues en dissolution, et de déterminer la proportion de ces substances, est un des objets qui présentent le plus de difficultés dans la pratique de la chimie. Elles proviennent, ces difficultés, non-seulement de la grande diversité des corps qui se rencontrent dans les eaux, mais encore de ce que quelques-uns de ces corps y sont en quantités extrêmement peu considérables. Quoiqu'on eût fait beaucoup d'essais d'analyse d'eaux particulières, et que plusieurs eussent été dirigés de la manière la mieux entendue, ce ne fut cependant qu'en 1778, par l'excellent Traité que Bergman publia sur les eaux minérales, et qui porta tout d'un coup le sujet à un très-haut degré de perfection, qu'on eut connaissance d'un mode général d'analyse des eaux. La méthode de Bergman a été suivie par les chimistes, et il en est résulté non-seulement un grand nombre d'analyses d'eaux minérales très-exactes, mais encore aussi plusieurs perfectionnemens dans la manière de conduire l'analyse. Kirwan a donné, en 1799, un Essai sur l'analyse générale des eaux, non moins important que le traité de Bergman. Cet Essai embrassait tout ce qui avait été fait jusqu'alors sur ce sujet; il était, de plus, enrichi d'un grand nombre d'expériences de Kirwan lui-même, aussi intéressantes que faites avec précision. Kirwan a indiqué une méthode nouvelle d'analyse, qui sera probablement adoptée désormais; non-seulement parce qu'elle est plus courte et plus facile que celle de Bergman, mais encore parce qu'elle est susceptible d'un plus grand degré d'exactitude. Je me propose de présenter l'exposé de cette méthode dans ce chapitre, modifiée, cependant, d'après nos connaissances récemment perfectionnées, sur la constitution des sels.

L'analyse des eaux se réduit à deux objets différens: 1. Le moyen de reconnaître tous les corps divers contenus dans l'eau qu'on examine. 2. Le moyen de déterminer la pro-

portion exacte de chacun de ces corps. Ces deux branches de l'art de l'analyse des eaux seront le sujet des deux sections suivantes.

SECTION PREMIÈRE.

Méthode pour reconnaître les différentes substances dans les eaux.

On découvre la présence des différens corps qui sont dissous et combinés dans l'eau, par l'addition de certaines substances à l'eau soumise à l'examen. Cette addition donne lieu à quelque changement dans l'apparence de l'eau ; et ce changement indique la présence ou l'absence des corps qu'on soupçonnait y exister. On appelle *réactifs*, ces substances ainsi employées comme instrumens de l'analyse de l'eau. Ce fut Boyle qui en introduisit d'abord l'usage en chimie, et le nombre en fut successivement augmenté par les chimistes qui vinrent après lui. Mais c'est Bergman qui établit le premier avec précision, le degré de confiance qu'on peut avoir dans les différens réactifs. Il restait encore cependant de l'incertitude sur leur emploi, lorsque Kirwan fit voir jusqu'à quel point on pouvait les arranger et les combiner pour indiquer d'une manière certaine et précise si une substance particulière quelconque est ou n'est pas partie composante de l'eau. Considérons ici les moyens dont on peut faire usage pour s'assurer de la présence ou de l'absence dans les eaux de tous les corps différens qu'on y trouve.

Gaz. I. On sépare de l'eau les corps gazeux qu'elle contient en la faisant bouillir dans une cornue adaptée à un appareil pneumatique. On traitera, dans la section qui suit, du mode de séparation et de l'examen de ces différentes substances.

Acide carbonique. II. La présence de *l'acide carbonique* non combiné avec une base, ou combiné en excès, peut se découvrir par les réactifs suivans ; 1. par l'eau de chaux qui produit un précipité, soluble avec effervescence dans l'acide hydrochlorique ; 2. par la coloration *en rouge* de l'infusion de tournesol ; mais la couleur rouge disparaît par degrés, et elle peut être rétablie par l'addition d'une plus grande quantité d'eau minérale* ;

---

* Lorsque l'acide carbonique existe dans l'eau, non combiné avec

3. par l'ébullition, qui enlève à l'eau la propriété de rougir l'infusion de tournesol.

III. Les acides minéraux, lorsqu'ils existent à nu dans l'eau, donnent à l'infusion de tournesol une couleur rouge permanente, lors même qu'on a fait bouillir l'eau. Bergman a fait voir que le papier teint de tournesol est rougi lorsqu'on le plonge dans de l'eau qui ne contient qu'environ les 0,00028 d'acide sulfurique. Acides minéraux.

IV. On reconnaît l'eau qui contient du gaz acide hydro-sulfurique aux propriétés suivantes : 1. elle exhale l'odeur particulière au gaz acide hydro-sulfurique ; 2. elle donne une couleur rouge fugace à l'infusion de tournesol ; 3. elle noircit le papier plongé dans une dissolution de plomb, et précipite en brun ou en noir le nitrate d'argent. Acide Hydro-sulfurique.

V. La présence des alcalis, et des *carbonates alcalins et terreux*, se découvre par les indices suivans : 1. La couleur de l'infusion de curcuma ou de papier teint de curcuma est rendue *brune* par les alcalis, ou d'un brun rougeâtre, si la proportion en est peu considérable. Ce changement est produit par la soude lors même que sa quantité dans l'eau ne s'élève qu'aux 0,00045 [1] ; 2. la couleur de l'infusion de bois de Brésil ou du papier teint de bois de Brésil est rendue bleue ; mais cet effet a également lieu par la présence des carbonates alcalins et des carbonates terreux. Bergman s'est assuré qu'il suffit de 0,0001 de carbonate de soude dans de l'eau pour opérer cette coloration en bleu du bois de Brésil [2] ; 3. la couleur du papier de tournesol rougi par le vinaigre, est rétablie à la couleur bleue qui lui est propre. Ce changement est produit par les carbonates alcalins et aussi par les carbonates terreux ; 4. lorsque ces changemens sont fugaces, on en peut conclure que l'alcali contenu dans l'eau est l'ammoniaque. Carbonates terreux et alcalins.

---

une base, il rougit l'infusion de tournesol, quoique la quantité qui en existe dans l'eau ne s'élève pas à plus des 0,066 du volume de ce liquide ; lorsqu'étant combiné avec une base, il est en excès, il faut qu'il soit dans l'eau, dans la proportion des 0,16 du volume de l'eau pour produire cet effet. Kirwan's on Mineral Waters, p. 35.

[1] L'eau de chaux donne lieu au même changement ; mais il est très-rare qu'il y ait de la chaux pure dans les eaux minérales. Il est inutile d'observer que les alcalis produisent le même effet sur le curcuma, soit qu'ils soient purs ou à l'état de carbonates. Les carbonates terreux n'ont aucune action sur le curcuma.

[2] Le sulfate de chaux rend également bleu le bois de Brésil.

Alcalis fixes. VI. Les alcalis fixes existent dans l'eau qui, après avoir bouilli, précipite avec l'hydrochlorate de magnésie. On peut y distinguer la présence de l'ammoniaque à son odeur, ou bien on peut l'obtenir dans le récipient par la distillation ménagée d'une portion de l'eau, et alors on peut l'y reconnaître au moyen des réactifs ci-dessus.

Carbonates terreux et métalliques. VII. Les carbonates terreux et métalliques sont précipités en faisant bouillir l'eau qui les contient; excepté cependant le carbonate de magnésie avec lequel cet effet ne se produit qu'imparfaitement.

Fer. VIII. On découvre la présence du fer dans les eaux de la manière suivante : 1. La teinture de noix de galle donne une couleur pourpre ou noire à l'eau qui contient du fer. Ce réactif indique la présence de la plus petite portion de fer. Si la teinture ne produit aucun effet sur l'eau après qu'elle a bouilli, tandis qu'elle la colorait auparavant, on en peut conclure que le fer y est à l'état de carbonate. Les observations suivantes de Westrumb sur la couleur que le fer donne à l'infusion de noix de galle, lorsqu'elle est modifiée par d'autres corps, méritent attention.

La couleur violette indique la présence d'un carbonate alcalin ou d'un sel terreux.

La couleur pourpre foncée dénote qu'il existe d'autres sels alcalins.

La couleur rouge purpurine annonce la présence du gaz acide hydro-sulfurique[1].

La couleur blanchâtre d'abord, et ensuite noire, signale le sulfate de chaux.

M. Philips a reconnu que lorsque le fer est à l'état de protoxide, la présence de la chaux facilite l'effet de l'infusion de noix de galle comme réactif, mais qu'elle l'empêche d'agir si le fer est à l'état de peroxide[2]. 2. L'hydrocyanate de potasse précipite en bleu l'eau qui contient du fer. S'il existe un alcali dans cette eau, le précipité bleu n'est apparent qu'autant que l'alcali a été saturé par un acide.

---

[1] Ou plutôt du manganèse, suivant Kirwan.

[2] Phil. Mag. XXIV, 349.

IX. L'acide sulfurique existe dans les eaux qui précipitent avec les dissolutions salines suivantes : Acide sulfurique.

1. Avec les hydrochlorate, nitrate ou acétate de barite.
2. Avec les mêmes sels de strontiane.
3. Avec *idem* de chaux.
4. Avec le nitrate ou l'acétate de plomb.

Le plus puissant de ces réactifs est l'hydrochlorate de barite, au moyen duquel on peut découvrir la présence de l'acide sulfurique non combiné, lors même qu'il n'excède pas la millionième partie de l'eau. Après l'hydrochlorate de barite, c'est l'acétate de plomb qui agit le plus fortement ; et à cet égard, les hydrochlorates ont la supériorité sur les nitrates. Les sels calcaires sont ceux dont l'action est la moins énergique. Tous ces réactifs peuvent indiquer une proportion beaucoup plus petite d'acide sulfurique non combiné, que de cet acide uni à une base *. Pour rendre certain l'effet de l'hydrochlorate de barite pour l'indication de la présence de l'acide sulfurique, il convient d'observer certaines précautions qui consistent, 1.° à employer l'hydrochlorate étendu ; 2.° à saturer préalablement avec l'acide hydrochlorique les alcalis ou les carbonates alcalins que l'eau pourrait contenir ; 3.° le précipité doit être insoluble dans l'acide hydrochlorique ; 4.° si l'on soupçonne qu'il y ait de l'acide borique dans l'eau, il faut essayer l'hydrochlorate de strontiane, qui n'est pas précipité par l'acide borique ; 5.° Les hydro sulfates précipitent les dissolutions baritiques, mais la présence s'en reconnaît aisément à leur odeur.

X. Le nitrate d'argent indique l'acide hydrochlorique par le précipité ou nuage blanc qu'il occasionne dans l'eau qui contient la plus petite portion de cet acide. Pour assurer l'effet de ce réactif, il faut, 1.° que les alcalis ou carbonates alcalins soient préalablement saturés par l'acide nitrique ; 2.° il faut préalablement aussi séparer par le nitrate de barite l'acide sulfurique, s'il est présent ; 3.° le précipité doit être insoluble dans l'acide nitrique. Acide hydrochlorique.

XI. On découvre la présence de l'acide borique au moyen de l'acétate de plomb avec lequel il forme un précipité insoluble Acide borique.

* Kirwan's on Mineral Waters, p. 65.

dans l'acide acétique; mais pour que l'effet de ce réactif soit complet, il faut avant tout, saturer par l'acide acétique les alcalis et les terres, et séparer par l'acétate de strontiane et l'acétate d'argent les acides sulfurique et hydrochlorique.

Barite. XII. On reconnaît la barite au précipité blanc insoluble qu'elle forme avec l'acide sulfurique étendu.

Chaux. XIII. On découvre la chaux par l'acide oxalique, qui occasionne un précipité blanc dans l'eau qui contient la plus petite portion de cette terre. Pour que l'effet de ce réactif soit invariable, il faut, 1. saturer préalablement par un alcali les acides minéraux, s'il en existe dans l'eau; 2. séparer la barite, s'il y en a, par l'acide sulfurique; 3. l'acide oxalique ne précipite que très-lentement la magnésie, tandis qu'il produit instantanément cet effet avec la chaux.

Magnésie et alumine. XIV. On reconnaît la présence de la magnésie et de l'alumine, 1.° par l'ammoniaque pure qui les précipite l'une et l'autre, et aucune autre terre, pourvu qu'on ait préalablement séparé l'acide carbonique par un alcali minéral et par l'ébullition; 2.° Par l'eau de chaux qui ne précipite que ces deux terres, lorsqu'on a eu soin de séparer par le moyen du nitrate de barite l'acide carbonique et aussi l'acide sulfurique.

Après que les deux terres ont été précipitées ensemble, on peut séparer l'alumine de la magnésie, soit en faisant bouillir le précipité dans la potasse pure qui dissout l'alumine et laisse la magnésie, soit en faisant dissoudre le précipité dans l'acide hydrochlorique; on précipite ensuite la dissolution par un carbonate alcalin, on fait sécher le dépôt à la température d'environ 38° centigrades, et on l'expose alors à l'action de l'acide hydrochlorique étendu, qui dissout la magnésie sans toucher à l'alumine.

Silice. XV. On peut s'assurer si l'eau contient de la silice en en évaporant une portion à siccité, et en dissolvant le résidu dans l'acide hydrochlorique. La silice reste sans avoir été attaquée.

Telle est la méthode à employer pour la recherche des différentes substances qui se rencontrent ordinairement dans les eaux. Mais comme ces substances diverses y sont presque toujours combinées ensemble de manière à former des sels particuliers, il ne suffit pas de savoir en général quelles sont les substances qui se trouvent dans l'eau qu'on examine, il

faut encore connaître quel est leur état de combinaison. Ce n'est pas assez, par exemple, de s'être assuré que la chaux est un des ingrédiens d'une eau particulière, il faut pouvoir distinguer aussi l'acide auquel elle est unie. Kirwan fit voir le premier comment on pouvait remplir cet objet à l'aide des réactifs. Nous allons donner ici un court exposé de sa méthode.

I. Pour reconnaître la présence des différens sulfates. Sulfates.

Les sulfates qui se rencontrent dans l'eau sont au nombre de sept; mais parmi eux il en est un, le *sulfate de cuivre*, qui s'y trouve si rarement qu'on peut se dispenser d'y avoir égard. La même remarque s'applique au sulfate d'ammoniaque. Il paraît inutile d'observer, qu'on ne doit rechercher un sulfate dans l'eau, qu'autant qu'on y a préalablement reconnu la présence de son acide et de sa base.

1. On peut distinguer le sulfate de soude en opérant de la manière suivante. On dépouille l'eau à examiner de tous sulfates terreux en l'évaporant jusqu'à moitié, et en y ajoutant ensuite de l'eau de chaux tout aussi long-temps qu'il s'y forme du précipité. On aura ainsi séparé toutes les terres de l'eau, à l'exception de la chaux, et par conséquent le seul sulfate terreux qui y restera sera le sulfate de chaux. On retirera de l'eau ce sulfate en évaporant le liquide jusqu'à concentration, en y versant alors un peu d'alcool, et en ajoutant ensuite un peu d'acide oxalique à la liqueur après l'avoir filtrée. 1. Alcalins.

On mêle avec l'eau, ainsi purifiée, une dissolution de chaux. S'il se forme apparence de précipité, soit immédiatement, soit par l'addition d'un peu d'alcool, c'est une preuve que l'eau contient un sulfate de potasse ou de soude. Pour déterminer quel est celui de l'un ou de l'autre de ces deux sels, on fait un mélange d'une portion de l'eau purifiée avec l'acétate de barite. Du sulfate de barite se précipite; on filtre et on évapore à siccité. En mettant ensuite le résidu en digestion dans l'alcool, ce liquide dissoudra l'acétate alcalin. On évapore la liqueur à siccité. Le sel desséché sera déliquescent si c'est de l'acétate de potasse, et efflorescent si c'est l'acétate de soude.

2. On peut obtenir le sulfate de chaux en évaporant jusqu'à quelques décagrammes l'eau qu'on soupçonne en contenir. Il se manifeste un précipité qui, s'il est de sulfate de chaux, peut se dissoudre dans 500 parties d'eau; et la dissolution 2 Calcaires.

précipite avec l'hydrochlorate de barite, l'acide oxalique, le carbonate de magnésie, et avec l'alcool.

3. Alun. 3. On découvre l'alun en mêlant du carbonate de chaux avec l'eau qu'on soupçonne en contenir; s'il se produit un précipité, c'est une indication de la présence de l'alun, ou au-moins du sulfate d'alumine, pourvu qu'il n'existe point dans l'eau d'hydrochlorate de barite ou de sulfates métalliques. La présence du premier de ces sels est incompatible avec celle de l'alun; les seconds peuvent en être séparés par les hydrocyanates alcalins. Lorsque l'eau est précipitée par l'hydrochlorate de chaux, le carbonate de chaux et l'hydrochlorate de magnésie, on en peut conclure qu'elle contient de l'alun ou du sulfate d'alumine.

4. Sulfate de magnésie. 4. On peut s'assurer de la présence du sulfate de magnésie dans l'eau par l'hydrosulfate de strontiane qui précipite immédiatement avec ce sel, et ne produit cet effet avec aucun autre; pourvu qu'on ait préalablement séparé par le carbonate de chaux l'alun de l'eau, si elle en contient, et pourvu aussi que cette eau ne contienne pas d'acide à nu, pas même l'acide carbonique.

5. Sulfate de fer. 5. Le sulfate de fer est précipité de l'eau par l'alcool, et il est alors facile de le reconnaître à ses propriétés.

II. Pour reconnaître la présence des différens hydrochlorates.

Hydrochlorates. Le nombre des hydrochlorates qui peuvent exister dans les eaux, s'élève à huit ou à neuf, si on y comprend l'hydrochlorate de fer. Celui de tous qu'on y rencontre le plus ordinairement est l'hydrochlorate de soude.

1. Alcalins. 1. On peut reconnaître les hydrochlorates de soude et de potasse de la manière suivante. On sépare l'acide sulfurique par l'alcool et par le nitrate de barite. On décompose les nitrates et les hydrochlorates terreux par une addition d'acide sulfurique. On enlève l'excès des acides nitrique et hydrochlorique par la chaleur. On sépare les sulfates formés par l'alcool et l'eau de barite. L'eau ainsi purifiée ne peut plus contenir que des nitrates et des hydrochlorates alcalins. Si cette eau précipite avec l'acétate d'argent, on en peut conclure qu'elle contient un hydrochlorate de soude ou de potasse; pour s'assurer quel est celui de ces deux sels, on évapore jusqu'à siccité le liquide ainsi précipité. On dissout l'acétate dans l'alcool et on évapore jusqu'à siccité. Le sel sera

déliquescent si c'est l'acétate de potasse, il sera efflorescent, si c'est l'acétate de soude.

2. L'hydrochlorate de barite peut se découvrir par l'acide sulfurique, cet hydrochlorate étant le seul sel baritique qu'on ait jusqu'à présent trouvé dans les eaux. 2. De barite.

3. On peut reconnaître la présence de l'hydrochlorate de chaux en opérant ainsi qu'il suit. On sépare de l'eau le sulfate de chaux et autres sulfates en l'évaporant jusqu'à quelques décagrammes, en la mêlant ensuite avec de l'alcool et en y ajoutant à la fin du nitrate de barite jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus de précipité, après quoi on filtre la liqueur et on l'évapore jusqu'à siccité. On traite à l'alcool la masse sèche obtenue, on évapore l'alcool à siccité et on dissout le résidu dans l'eau. Si cette dissolution précipite avec l'acétate d'argent et avec l'acide oxalique, elle *peut* contenir de l'hydrochlorate de chaux. Elle en contient nécessairement dans le cas ou après l'avoir traitée avec le carbonate de chaux, elle ne précipite point avec l'ammoniaque. Lorsqu'il en est ainsi, on sépare la chaux par l'acide oxalique, on filtre et on distille à une douce chaleur. Si le liquide dans le récipient précipite avec le nitrate d'argent, il y avait de l'hydrochlorate de chaux dans l'eau. 3. Calcaires.

4. On distingue l'hydrochlorate de magnésie, en séparant d'abord tout l'acide sulfurique par le nitrate de barite. On filtre ensuite la liqueur, on l'évapore à siccité et on traite à l'alcool la masse desséchée. On évapore jusqu'à siccité cette dissolution alcoolique et on dissout le résidu dans l'eau. L'hydrochlorate de magnésie, si l'eau en contient, doit se trouver dans cette dissolution. Supposons qu'au moyen des réactifs précédemment décrits, on se soit assuré de la présence de l'acide hydrochlorique et de la magnésie dans cette dissolution; dans ce cas, si le carbonate de chaux n'y produit pas de précipité, et si l'acide sulfurique, et l'évaporation ou l'addition d'un peu d'alcool n'y en occasionnent pas non plus, alors la dissolution ne contient que de l'hydrochlorate de magnésie. Si ces réactifs donnent lieu à des précipités, il faut séparer la chaux qui est présente par l'acide sulfurique et par l'alcool, et enlever ensuite par la distillation l'acide avec lequel elle était combinée. On sépare alors la magnésie par l'acide oxalique et par l'alcool; et on enlève par la distillation l'acide auquel elle était unie. Si le liquide dans la cornue précipite 4. De magnésie.

avec le nitrate d'argent, l'eau contient de l'hydrochlorate de magnésie.

5. d'alumine. 5. On peut reconnaître la présence de l'hydrochlorate d'alumine en saturant l'eau, si elle contient un excès d'alcali, par l'acide nitrique, et en séparant l'acide sulfurique au moyen du nitrate de barite. Si le liquide ainsi purifié précipite avec le carbonate de chaux, il contient de l'hydrochlorate d'alumine. L'hydrochlorate de fer ou celui de manganèse, s'il en existe dans l'eau, sont aussi décomposés par ce sel, et le fer est précipité. Le précipité peut être dissous dans l'acide hydrochlorique, et l'alumine, le fer et le manganèse, s'ils sont présens, peuvent être séparés ainsi qu'il sera indiqué ci-après.

Nitrates. *III. Pour reconnaître la présence des différens nitrates.*

Les nitrates ne se rencontrent que rarement dans les eaux; mais lorsqu'ils y existent on peut s'en assurer de la manière suivante.

1. Alcalins. 1. On enlève par l'acétate de barite l'acide sulfurique à l'eau soumise à l'examen, et par l'acétate d'argent, on en sépare l'acide hydrochlorique. On évapore la liqueur après l'avoir filtrée et on traite à l'alcool le résidu desséché. La portion de la masse qui résiste à l'action de ce liquide ne peut consister que dans des nitrates alcalins et dans de l'acétate de chaux. On la dissout dans l'eau; si cette dissolution précipite par le carbonate de magnésie, il y a présence de chaux, et la séparation s'en opère par ce carbonate. On filtre, on évapore à siccité; on verse de l'alcool sur la masse desséchée: tout ce qu'il n'en dissout pas ne peut être que des nitrates alcalins qu'on reconnaît et qu'on distingue aisément à leurs propriétés respectives.

2. Calcaires. 2. Nitrate de chaux. Pour la recherche de ce sel dans l'eau qu'on analyse, il faut la concentrer et y ajouter ensuite de l'alcool afin d'en séparer les sulfates. Après avoir filtré la liqueur et enlevé l'alcool par la distillation, on en sépare l'acide hydrochlorique par l'acétate d'argent. On filtre de nouveau, on évapore à siccité et on traite le résidu à l'alcool. On évapore une seconde fois à siccité et on dissout dans l'eau la masse desséchée. Si les réactifs ordinaires indiquent la présence de la chaux dans cette dernière dissolution, on en peut conclure que l'eau contenait du nitrate de chaux.

3. Pour reconnaître la présence du nitrate de magnésie, il faut débarrasser l'eau des sulfates et hydrochlorates, en suivant exactement la manière qui vient d'être décrite. On évapore à siccité le liquide ainsi dégagé de ces sels, et on traite le résidu à l'alcool. On évapore de nouveau à siccité cette dissolution alcoolique, et l'on dissout dans l'eau la masse desséchée. On ajoute alors de la potasse à cette dissolution, tout aussi long-temps qu'il s'y manifeste un précipité. On évapore encore une fois à siccité la dissolution filtrée et on traite le résidu avec l'alcool. S'il en reste une portion qui n'ait pas été attaquée par ce liquide, ce qui, dans ce cas, ne peut être que du nitrate de potasse, c'est une preuve que l'eau contenait du nitrate de magnésie. 3. De magnésie.

Telles sont les méthodes au moyen desquelles Kirwan pense qu'on peut reconnaître la présence des différens sels dans des eaux minérales. Mais, dans mon opinion, ces formules sont d'une exécution si difficile, et elles peuvent entraîner avec elles tant d'imperfections, qu'il n'est guère utile d'y avoir recours. Le mode du docteur Murray donnera dans presque tous les cas des résultats aussi complètement exacts qu'il est possible de les obtenir en répétant le plus laborieusement ces formules. Ce mode du docteur Murray consiste à déterminer, par des précipitans, les poids des acides et bases présens dans une eau minérale, et à supposer ces acides et bases unies, de manière à former les sels les plus solubles, ces sels représenteront les véritables constituans salins de l'eau soumise à l'examen.

SECTION II.

Méthode pour déterminer la proportion des substances dans les eaux.

La proportion des substances salines qu'une eau tient en dissolution, peut être en quelque sorte évaluée d'après sa pesanteur spécifique. Plus l'eau est légère et moins elle contient de matière saline ; de même aussi que plus elle est pesante et plus la quantité qui y en existe est considérable. Nous devons à Kirwan une méthode très-ingénieuse pour estimer la proportion des substances salines dans une eau minérale

dont la pesanteur spécifique est connue; de manière à ne pas faire erreur de plus d'un ou de deux centièmes.

Mode d'évaluation des substances salines dans l'eau.

Cette méthode consiste à retrancher la pesanteur spécifique de l'eau pure de celle de l'eau minérale soumise à l'examen (l'une et l'autre pesanteur spécifique étant exprimées en nombres entiers), et de multiplier le reste par 1,4 : le produit donne les substances salines contenues dans une quantité d'eau indiquée par le nombre employé à désigner la pesanteur spécifique de l'eau distillée. Soit la pesanteur spécifique de l'eau = 1,079, ou en nombres entiers 1079, alors la pesanteur spécifique de l'eau distillée sera 1000. Et $1079 - 1000 \times 1,4 = 110,6 =$ les substances salines contenues dans 1000 parties de l'eau dont il s'agit. Cette proportion des substances salines sera, par conséquent, de 11,06 dans 100 parties de la même eau *. Cette formule sera souvent d'un très-grand usage comme servant d'une sorte d'étalon auquel nous pouvons comparer notre analyse. On suppose les substances salines, dont elle indique la présence, dépouillées de leur eau de cristallisation. C'est dans cet état seulement qu'on doit les considérer, ainsi que l'observe avec raison Kirwan, lorsqu'on parle de substances salines contenues dans une eau minérale.

Mais au-lieu de s'en rapporter à cette formule, il est un meilleur moyen, celui de prendre un poids déterminé de l'eau à examiner, 1000 grammes, par exemple, d'évaporer à siccité, et de peser le résidu. Ce poids donne la quantité de matière saline contenue dans 1000 grammes de l'eau minérale qu'on examine.

Après avoir reconnu la proportion des substances salines dans l'eau examinée, et après avoir distingué par les réactifs décrits dans la dernière section les substances particulières qui y existent, il ne nous reste plus actuellement qu'à nous occuper des moyens de déterminer la proportion de chacune de ces substances.

Evaluation des corps gazeux.

I. Il faut séparer d'abord et estimer les différens fluides aériformes. A cet effet, après avoir rempli une cornue aux 0,66 de sa capacité avec de l'eau à examiner, et avoir adapté à cette cornue une cloche pleine de mercure renversée sur une cuve de mercure, on fait bouillir l'eau pendant un

* Kirwan on Mineral Waters, p. 145.

quart-d'heure. Les fluides aériformes passent dans la cloche. Lorsque l'appareil est refroidi, on peut évaluer la quantité d'air dégagée de l'eau, soit en ramenant au niveau le mercure au-dedans et en dehors de la cloche; soit, si cela ne peut avoir lieu, en ramenant l'air à la densité convenable, au moyen de la formule déjà précédemment donnée. Il faut avoir soin de tenir compte en déduction, de l'air de la cornue, et la cloche doit être divisée en centimètres et millimètres cubes.

Les seuls corps gazeux que contient l'eau, sont l'air atmosphérique, le gaz oxigène, les gaz azote, acide carbonique, les gaz acide hydro-sulfurique et acide sulfureux. Ces deux dernières substances gazeuses n'existent jamais ensemble dans l'eau. Il faut préalablement s'assurer par les réactifs convenables que l'une ou l'autre est présente. Si c'est le gaz acide hydro-sulfurique, il se trouvera mêlé avec l'air contenu dans la cloche, et il faut l'en séparer avant de procéder à l'examen de cet air; à cet effet, on transportera la cloche dans une cuve d'eau chaude, et en y introduisant de l'acide nitrique, le gaz acide hydrosulfurique sera absorbé. On remet alors le résidu dans une cloche de mercure pour l'examiner.

Si c'est le gaz acide sulfureux que l'eau contient, il suffit d'introduire dans le mélange gazeux une certaine quantité de peroxide de plomb en poudre. Il absorbera peu-à peu l'acide sulfureux, et la diminution de volume indiquera le volume de ce gaz acide présent.

En mettant ensuite un peu de potasse dans le mélange gazeux, le gaz acide carbonique sera absorbé et sa quantité sera indiquée par la diminution de volume.

L'air qui reste après la séparation du gaz acide carbonique, sera essayé pour en connaître la nature, par les différens moyens eudiométriques précédemment décrits.

Lorsqu'une eau contient du gaz acide hydro-sulfurique, on peut estimer le volume de ce gaz en opérant de la manière suivante. On remplit une cloche jusqu'aux 0,75 de sa capacité de l'eau dont on veut faire l'essai, on renverse ensuite cette cloche dans une cuve d'eau, et on y introduit un peu de deutoxide d'azote. Ce gaz, en se mêlant avec l'air de la partie supérieure de la cloche, formera de l'acide nitreux, qui rendra l'eau trouble, en décomposant le gaz acide hydrosulfurique et en précipitant le soufre. On continue d'ajouter du deutoxide d'azote par intervalles et tout aussi long-temps

qu'il se manifeste des vapeurs rouges, on retourne alors la cloche et on souffle l'air. Si l'odeur de gaz hépatique se fait encore sentir, on recommence à opérer de la même manière. On juge, par le soufre précipité, de la proportion du gaz acide hydro-sulfurique dans l'eau ; un milligramme de soufre indiquant la présence dans l'eau de 759 millimètres cubes de ce gaz.

Evaluation des carbonates terreux.

II. Après avoir ainsi reconnu les corps gazeux, ce sont les proportions des carbonates terreux qu'il s'agit de déterminer. Pour y parvenir il est nécessaire de dépouiller l'eau de son acide hydro-sulfurique, si elle en contient ; ce qui peut se faire, en laissant l'eau exposée pendant très-long-temps à l'air, ou en la traitant avec du protoxide de plomb. L'eau étant ainsi purifiée, si cela est nécessaire, on en fait bouillir pendant un quart-d'heure une quantité suffisante, et on la filtre lorsqu'elle est refroidie. Les carbonates terreux restent sur le filtre.

Le précipité qu'on obtient ainsi peut être un carbonate de chaux, de magnésie, de fer, d'alumine, ou même un sulfate de chaux. Supposons que toutes ces subtances soient présentes ensemble; on traite le mélange avec de l'acide hydrochlorique étendu, qui dissoudra le tout excepté l'alumine et le sulfate de chaux. On fait dessécher ce résidu à une chaleur rouge, et l'on prend note de son poids. On le fait alors bouillir dans du carbonate de soude : on sature la soude avec de l'acide hydrochlorique et on fait bouillir le mélange pendant une demi-heure. Le carbonate de chaux et l'alumine se précipitent. Après avoir fait sécher ce précipité, on le traite avec l'acide acétique. La chaux sera dissoute et l'alumine restera. On la sèche, on la pèse, et en retranchant son poids de celui primitif, on a la proportion du sulfate de chaux.

La dissolution hydrochlorique contient la chaux, la magnésie et le fer. En y ajoutant de l'ammoniaque pendant tout aussi long-temps qu'il s'y produit un précipité rougeâtre, on en sépare le fer et une partie de la magnésie. Après avoir fait sécher le précipité, on l'expose pendant quelque temps à l'air à une chaleur de 93° centig. On le traite alors avec l'acide acétique qui dissout la magnésie, et on ajoute cette liqueur à la dissolution hydrochlorique. Le fer se redissout dans l'acide hydrochlorique, on le précipite par un carbonate alcalin, on le sèche et on le pèse.

On ajoute de l'acide sulfurique à la dissolution hydrochlorique, jusqu'à ce qu'il ne s'y manifeste plus de précipité ; on la chauffe alors et on la concentre. On expose à une chaleur rouge le sulfate de chaux ainsi obtenu, et on le pèse. Cent parties de ce sulfate doivent équivaloir à soixante-quatorze parties de carbonate de chaux desséché. On précipite la magnésie par du carbonate de soude, et après l'avoir fait sécher on la pèse. Mais comme il en reste une partie en dissolution, on évapore jusqu'à siccité et on lave le résidu avec une quantité d'eau distillée suffisante pour dissoudre l'hydrochlorate de soude et le sulfate de chaux, s'il y en reste encore. Le résidu après le lavage est le carbonate de magnésie. On le pèse et on ajoute son poids au premier. Il faut aussi séparer le sulfate de chaux, s'il en existe, et le peser *.

III. Il nous faut actuellement considérer le moyen de reconnaître la proportion des acides minéraux ou des alcalis, s'il en existe de non-combinés. Les acides minéraux qui peuvent se trouver dans l'eau sans être combinés, sont, en n'y comprenant pas ceux à l'état de gaz, les acides sulfurique, hydrochlorique et borique. Evaluation des acides minéraux.

1. On peut facilement déterminer la proportion d'acide sulfurique en le saturant avec de l'eau de barite, et en mettant le précipité à l'état d'ignition. 100 parties de sulfate de barite ainsi formé, indiquent 34 parties d'acide sulfurique réel.

2. On précipite l'acide hydrochlorique par le nitrate d'argent. On sèche le précipité et on le pèse. 100 parties de ce précipité indiquent la présence de 25,2 parties d'acide hydrochlorique.

3. On précipite l'acide borique par l'acétate de plomb. On décompose ensuite le borate de plomb en le faisant bouillir dans l'acide sulfurique, puis on évapore à siccité. On dissout dans l'alcool l'acide borique obtenu, on évapore la dissolution à siccité, et on pèse l'acide borique qu'on a pour résidu.

4. On évalue la proportion de carbonate alcalin contenu dans l'eau, en saturant par l'acide sulfurique et en tenant compte du poids d'acide réel qu'il a fallu employer à cet Carbonates alcalins.

* Un meilleur moyen pour séparer la magnésie est d'ajouter des carbonate et phosphate d'ammoniaque à la dissolution pendant tout aussi long-temps qu'il s'y forme de précipité. La magnésie s'obtient ainsi à l'état de phosphate de magnésie et d'ammoniaque.

effet. Or 100 parties d'acide sulfurique réel saturent 120 parties de potasse, et 80 parties de soude.

Estimation des sulfates. IV. Les différens sulfates que l'eau peut contenir, sont au nombre de six, savoir: les sulfates alcalins, et ceux de chaux, d'alumine, de magnésie et de fer.

1. Alcalins. 1. On peut reconnaître la proportion des sulfates alcalins en précipitant leur acide par le nitrate de barite, après avoir préalablement enlevé à l'eau tous autres sulfates. Et en effet, 100 parties de sulfate de barite chauffé à l'ignition, indiquent 61,2 parties de sulfate de soude desséché et 74,8 parties du sulfate de potasse sec.

2. Calcaires. 2. On estime facilement le sulfate de chaux en évaporant jusqu'à quelques décagrammes l'eau qui en contient, après en avoir préalablement séparé les carbonates terreux par l'acide nitrique. On précipite ensuite le sulfate de chaux par l'alcool affaibli, et on pèse le précipité lorsqu'il a été complètement desséché.

3. Alumineux. 3. On peut évaluer la quantité d'alun, en précipitant l'alumine par le carbonate de chaux ou par le carbonate de magnésie, s'il n'existe pas de chaux dans l'eau. 12 parties d'alumine chauffée à l'incandescence, indiquent 100 parties d'alun cristallisé ou 49 parties du sel desséché.

4. De magnésie. 4. Le sulfate de magnésie, s'il n'y a pas d'autre sulfate présent, peut être évalué en précipitant l'acide par un sel baritique; car 100 parties de sulfate de barite, mis à l'état d'ignition, indiquent 51 parties de sulfate de magnésie. Si le sulfate de magnésie n'est accompagné d'aucun autre sulfate que de celui de chaux, ce dernier peut être décomposé, et la base de chaux précipitée par le carbonate de magnésie. On peut juger par le poids de la chaux ainsi obtenue, de la quantité de sulfate de chaux contenue dans l'eau. On précipite alors tout l'acide sulfurique par la barite, ce qui donne la quantité de cet acide; et en retranchant la portion qui appartient au sulfate de chaux, l'excédant représente ce qui était combiné avec la magnésie, et on en peut facilement déduire la proportion du sulfate de magnésie.

Si l'eau contient du sulfate de soude, il ne peut y exister de nitrate ou d'hydrochlorate terreux; et par conséquent s'il n'y a pas d'autre sulfate terreux présent, la magnésie peut être précipitée par la soude. Elle est ensuite séchée et pesée. 33 parties de magnésie indiquent 100 parties de sulfate de

magnésie desséché. Le même procédé réussit lorsqu'avec les sulfates de magnésie et de soude, se trouve encore le sulfate de chaux. Dans ce cas seulement le précipité, qui consiste et en chaux et en magnésie, doit être dissous dans l'acide sulfurique. On évapore cette dissolution à siccité, et on traite le résidu avec le double de son poids d'eau froide. Le sulfate de magnésie est dissous, celui de chaux reste. On évapore à siccité l'eau de lavage qui s'est chargée de sulfate de magnésie, on expose le residu à une chaleur de 200° centigr. et on le pèse. La même manière d'opérer réussit, si au-lieu du sulfate de chaux, c'est l'alun qui est présent.

Dans ce cas il faut traiter le précipité, préalablement desséché, avec l'acide acétique, qui dissout la magnésie et laisse l'alumine. La magnésie peut être de nouveau précipitée, séchée et pesée. S'il y a du sulfate de fer dans l'eau on peut l'en séparer en exposant l'eau à l'air pendant quelques jours et en y ajoutant une portion d'alumine. Il se forme de l'oxide de fer et du sulfate d'alumine qui se précipitent l'un et l'autre à l'état d'une poudre insoluble. On peut alors évaluer le sulfate de magnésie, ainsi que nous l'avons déjà indiqué.

5. On peut déterminer la quantité de sulfate de fer en précipitant le fer par l'hydrocyanate de potasse, après avoir préalablement reconnu le poids du précipité produit par l'hydrocyanate dans une dissolution dans l'eau d'une quantité connue en poids de sulfate de fer. S'il existe aussi dans l'eau de l'hydrochlorate de fer, ce qui est un cas très-rare, on peut le séparer en évaporant l'eau à siccité, et en traitant le résidu à l'alcool qui dissout l'hydrochlorate en laissant le sulfate. Le sulfate peut encore être évalué avec une grande précision, suivant le mode indiqué par Kirwan *. 5. De fer.

V. 1. Si ce sont les hydrochlorates de potasse ou de soude qui existent dans l'eau, sans qu'il y ait aucun autre sel, il suffit de les décomposer par le nitrate d'argent, et de faire sécher le précipité; car 100 parties d'hydrochlorate d'argent indiquent 52 parties d'hydrochlorate de potasse, et 41 parties d'hydrochlorate de soude. Estimation des hydrochlorates 1. Alcalins.

On doit opérer de la même manière, s'il existe dans l'eau des carbonates alcalins. Il ne faut que saturer préalablement

* On Mineral Waters, p. 220.

ces carbonates alcalins par l'acide sulfurique, et substituer le sulfate d'argent au nitrate pour précipiter l'acide hydrochlorique. La présence du sulfate de soude n'apporte aucun changement aux résultats qu'on obtient ainsi.

Si l'hydrochlorate d'ammoniaque se trouve contenu dans l'eau en même-temps que l'un ou l'autre des sulfates d'alcalis fixes, sans présence d'aucun autre sel, on décompose l'hydrochlorate d'ammoniaque par l'eau de barite, on dégage l'ammoniaque par l'ébullition, on précipite la barite par l'acide sulfurique étendu, et on sature l'acide hydrochlorique avec la soude. Le sulfate de barite, ainsi précipité, indique la quantité d'hydrochlorate d'ammoniaque. 100 parties du sulfate dénotent 45,5 parties de ce sel. S'il y a des sulfates présens dans la dissolution, on doit préalablement les en séparer.

3 Terreux. 2. Si l'hydrochlorate de soude est accompagné d'hydrochlorates de chaux, de magnésie, d'alumine ou d'hydrochlorate de fer, ou par tous ces hydrochlorates ensemble, sans aucun autre sel, les terres peuvent être précipitées par l'eau de barite et redissoutes dans l'acide hydrochlorique. On les sépare alors l'une de l'autre par les moyens précédemment indiqués, et on déduit de leur poids reconnu la quantité de chaque hydrochlorate terreux particulier que contient l'eau. Et en effet 50 parties de chaux représentent 98 parties d'hydrochlorate de chaux desséché; 30 parties de magnésie équivalent à 71,5 parties d'hydrochlorate de cette terre, et 2,125 parties d'alumine dénotent 6,75 parties d'hydrochlorate d'alumine. On sépare la barite de la dissolution par l'acide sulfurique, et on dégage l'acide hydrochlorique, par la chaleur, ou en le saturant avec la soude. On peut reconnaître l'hydrochlorate de soude par l'évaporation, en retranchant, dans le dernier cas, la proportion de l'hydrochlorate de soude indiquée de la quantité connue d'acide hydrochlorique dont on avait séparé les terres.

Lorsque l'eau contient à-la-fois des sulfates et des hydrochlorates, on doit en opérer la séparation, soit en précipitant les sulfates par l'alcool, soit en évaporant le tout à siccité, et en dissolvant les hydrochlorates terreux dans l'alcool. On peut faire l'évaluation des sels ainsi séparés par les règles déjà établies.

Si avec des hydrochlorates terreux et alcalins, il s'y trouve

encore réuni du sulfate de chaux, il convient de décomposer ce dernier sel par l'hydrochlorate de barite. On juge par le précipité du poids de ce sulfate contenu dans l'eau. On fait alors cette évaluation comme lorsqu'il n'y a que des hydrochlorates présens. Ce n'est que de l'hydrochlorate de chaux, qu'on sait avoir été formé par l'infusion de l'hydrochlorate de barite, qu'il faut déduire cette proportion d'hydrochlorate.

Lorsque les hydrochlorates de soude, de magnésie et d'alumine se rencontrent ensemble avec les sulfates de chaux et de magnésie, il faut, pour faire l'examen de l'eau, la diviser en deux portions égales. A l'une de ces portions, on ajoute du carbonate de magnésie jusqu'à ce que la chaux et l'alumine soient entièrement précipitées. On s'assure de la quantité de chaux qui donne la proportion de sulfate de chaux. On précipite l'acide sulfurique par l'hydrochlorate de barite, ce qui en donne la proportion contenue dans le sulfate de magnésie et dans le sulfate de chaux. En retranchant cette dernière portion, on a la quantité du sulfate de magnésie.

De la seconde portion de l'eau, on précipite par l'eau de chaux, toute la magnésie et l'alumine. Le poids de ces terres fait connaître ceux des hydrochlorates de magnésie et d'alumine contenus dans l'eau, en retranchant la portion de magnésie existant à l'état de sulfate, indiquée par l'examen de la première portion d'eau. Cette estimation faite, on précipite l'acide sulfurique par l'eau de barite, et la chaux par l'acide carbonique. Le liquide étant évaporé à siccité le résidu est l'hydrochlorate de soude.

VI. 1. Lorsqu'avec les sulfates et hydrochlorates, il existe dans l'eau du nitrate de potasse sans aucun autre nitrate, on décompose les sulfates par l'acétate de barite, et les hydrochlorates par l'acétate d'argent. On évapore à siccité la liqueur après l'avoir filtrée, et en traitant le résidu à l'alcool, les acétates sont dissous ; il ne reste que le nitrate de potasse dont on peut facilement évaluer la quantité. S'il y a présence d'un alcali, il faut préalablement le saturer par les acides sulfurique ou hydrochlorique. 1. Nitra alcalin

2. S'il se trouve ensemble dans l'eau du nitrate de potasse, de l'hydrochlorate de soude, du nitrate de chaux, des hydrochlorates de chaux et de magnésie, on doit évaporer l'eau jusqu'à siccité et traiter le résidu desséché à l'alcool qui se 2. Terreux.

charge des sels terreux. On peut ensuite séparer le nitrate de potasse du résidu redissous dans l'eau, et l'évaluer comme dans le dernier cas. On évapore jusqu'à siccité la dissolution alcoolique, et le résidu qu'on obtient, on le fait dissoudre dans l'eau. Supposons qu'il contienne de l'hydrochlorate de magnésie, du nitrate de chaux et de l'hydrochlorate de chaux; on précipite l'acide hydrochlorique par le nitrate d'argent : ce qui donne la proportion d'hydrochlorate de magnésie et de chaux; on sépare la magnésie par le carbonate de chaux, et on tient note de la quantité, qui donne celle de l'hydrochlorate de magnésie; en retranchant ensuite l'acide hydrochlorique contenu dans ce sel de la quantité totale de l'acide indiquée par le précipité d'argent, on a la proportion de l'hydrochlorate de chaux; enfin, on sature par l'acide nitrique la chaux ajoutée pour précipiter la magnésie. On précipite alors toute la chaux par l'acide sulfurique, et en retranchant du sulfate de chaux, ainsi formé, la portion qui en a été produite par le carbonate de chaux ajouté, ainsi que par la chaux contenue dans l'hydrochlorate, le surplus donne la proportion de chaux qui existait dans le nitrate de cette base; et 34,5 parties de chaux représentent 100 parties de nitrate de chaux desséché.

LIVRE III.

DES MINÉRAUX.

On a donné le nom de *minéraux* à tous les matériaux solides dont notre globe se compose, et l'on a désigné sous le titre de *minéralogie* la branche de la chimie qui traite de ces corps. Ils ont dû, sans doute, attirer dans tous les temps l'attention des hommes, puisque c'est d'eux seulement qu'on retire les métaux, les pierres et autres objets semblables dont on ne peut se dispenser de faire usage. Cependant ce n'est que très-récemment qu'on a trouvé le moyen de reconnaître les parties composantes de ces substances, ou du-moins qu'il a été possible d'en donner une description qui pût être entendue. Les anciens ne nous ont rien transmis d'important sur ce sujet. La science de la minéralogie a été entièrement créée depuis 1770, et elle s'avance actuellement avec une rapidité étonnante vers sa perfection. On décrit et on analyse chaque jour des minéraux nouveaux; on en forme par-tout des collections, et les relations de voyages, qui en annoncent des découvertes, se succèdent sans interruption. Le résultat de ces travaux et de ces recherches, a été la connaissance de cinq nouvelles terres et de huit métaux nouveaux; et, en outre, d'un grand nombre de minéraux utiles, auparavant inconnus, ou auxquels on avait négligé de faire attention.

La science de la minéralogie, en tant qu'elle se rapporte à celle de la chimie, se compose de trois objets différens qui en constituent l'ensemble; savoir : 1.° la description des propriétés et des parties composantes des minéraux; 2.° l'exposé des combinaisons diverses que forment ces corps, ou des *composés minéraux*, ainsi qu'on les a nommés; 3.° l'art de l'analyse des minéraux. C'est dans cet ordre que nous

traiterons de chacune de ces trois branches de la science. Mais comme dans leurs descriptions, les minéralogistes ont adopté un langage technique, il convient, pour rendre plus intelligible ce Traité des minéraux, de le faire précéder de quelques observations sur cette nomenclature.

CHAPITRE PREMIER.

De la Description des Minéraux.

Rien ne paraît, au premier aperçu, plus facile que de décrire un minéral, et cependant cette tâche a bien ses difficultés. Les descriptions minéralogiques des anciens sont si vagues et si peu exactes qu'on n'y peut reconnaître beaucoup des minéraux auxquels elles se rapportent, et par conséquent leurs observations, quoique bonnes en elles-mêmes, sont souvent pour nous entièrement perdues. Il est évident que pour distinguer un minéral de tout autre, il faut faire mention, soit de quelque propriété qui lui est particulière, soit d'une réunion de propriétés qui ne se rencontrent point ensemble dans aucun autre minéral. Il faut que ces propriétés soient décrites en termes d'un sens tellement clair qu'il soit impossible de se tromper sur les véritables caractères qu'ils désignent. La moindre ambiguité, à cet égard, entraînerait de la confusion et de l'incertitude. Or, pour arriver à ce degré nécessaire de précision dans la description des minéraux, il est indispensable d'affecter à la désignation de chacune de leurs propriétés un terme particulier dont la signification soit parfaitement entendue. La science de la minéralogie doit donc avoir un langage qui lui soit propre; c'est-à-dire, qu'elle doit avoir, pour chaque propriété minéralogique, un *terme* consacré à la dénoter; et chacun de ces termes doit être susceptible d'une définition exacte. C'est au célèbre Werner de Freyberg que la minéralogie doit son langage, et c'est par la publication de son Traité sur les *caractères extérieurs des minéraux*, qu'il fut connu pour la première fois.

Werner avait pour objet de trouver une méthode de description des minéraux à l'aide de laquelle chaque espèce pût être facilement reconnue par ceux qui étaient familiarisés avec

les termes qu'il employait. Pour remplir ce but, il fallait ne s'attacher qu'aux propriétés seulement qui se présentent d'elles-mêmes à nos sens, à l'inspection du minéral. Ce furent donc ces propriétés qu'il choisit, et il leur donna le nom de *caractères extérieurs*, parce qu'on peut les reconnaître sans détruire le minéral à examiner. Nous allons donner ici un court exposé du langage inventé par Werner et adapté par lui à la description des minéraux *.

Les caractères des minéraux sont, suivant Werner, de deux espèces, savoir, les caractères extérieurs *généraux* et les caractères extérieurs *particuliers*.

Les caractères extérieurs généraux sont : 1. la couleur; 2. la cohésion; 3. l'onctuosité; 4. le froid; 5. la pesanteur; 6. l'odeur; 7. la saveur.

Il considère comme caractères extérieurs particuliers des minéraux : 1. l'aspect de la surface; 2. l'aspect de la cassure; 3. l'aspect des concrétions distinctes; 4. l'aspect général; 5. la dureté; 6. la tenacité; 7. la frangibilité; 8. la flexibilité; 9. le happement à la langue; 10. le son.

I. *Caractères généraux.*

I. Couleur. Les couleurs des minéraux sont extrêmement Couleur.
variées. Werner établit huit couleurs fondamentales dont il fait dériver toutes les autres, comme se composant de proportions diverses de ces huit couleurs principales, qui sont :

1. Le blanc de neige....	La couleur de la neige nouvellement tombée.
2. Le gris de cendres, gris cendré..............	La couleur de cendres de bois bien brûlé.
3. Le noir de velours ou noir parfait.........	La couleur du velours noir.
4. Le bleu de Prusse...	La couleur du bleu de Prusse.
5. Le vert d'émeraude..	La couleur de l'émeraude.
6. Le jaune citron......	La couleur des citrons mûrs.
7. Le rouge de carmin.	
8. Le brun marron ou brun châtain........	La couleur du marron mûr.

* Professor Jameson's Treatise on the external characters of minerals.

On a formé la table qui suit de ces couleurs principales modifiées, placées dans l'ordre suivant lequel elles se fondent les unes dans les autres.

1. *Blanches.*

Le blanc de neige.	
Le blanc rougeâtre.....	Blanc de neige avec un peu de rouge cramoisi et de gris cendré.
Le blanc jaunâtre......	Blanc de neige avec un peu de jaune citron et de gris cendré.
Le blanc d'argent......	Blanc jaunâtre avec brillant métallique.
Le blanc grisâtre.......	Blanc de neige avec un peu de gris cendré.
Le blanc verdâtre......	Blanc de neige avec un peu de vert émeraude et de gris cendré.
Le blanc de lait........	Blanc de neige avec un peu de bleu de Prusse et de gris cendré.
Le blanc d'étain.......	Blanc de lait avec brillant métallique.

2. *Grises.*

Le gris de plomb......	Gris cendré avec un peu de bleu et le brillant métallique.
Le gris bleuâtre.......	Gris cendré avec un peu de bleu.
Le gris de fumée.......	Gris cendré avec un peu de brun.
Le gris de perle.......	Gris cendré avec un peu de rouge cramoisi et de bleu.
Le gris verdâtre.......	Gris cendré avec un peu de vert émeraude, et quelquefois une trace de jaune.
Le gris jaunâtre........	Gris cendré avec jaune citron et trace de brun.
Le gris de cendres.	
Le gris d'acier.........	Gris cendré avec un peu de bleu et brillant métallique.

3. *Noires.*

Le noir grisâtre.........	Noir velours avec un peu de gris cendré.

Le noir de fer.........	Plus foncé que le précédent, avec brillant métallique.
Le noir de velours ou noir parfait.	
Le noir de poix........	Noir velours avec un peu de brun et de jaune.
Le noir de corbeau.....	Noir velours avec un peu de brun, de jaune et de vert.
Le noir bleuâtre.......	Noir velours avec un peu de bleu.

4. *Bleues.*

Le bleu d'indigo.......	Bleu de Prusse avec gris et un peu de noir.
Le bleu de Prusse.	
Le bleu d'azur.........	Bleu de Prusse avec un peu de rouge.
Le bleu violet.........	Bleu de Prusse avec beaucoup de rouge et un peu de brun.
Le bleu de prune.......	Le précédent avec plus de rouge et très-peu de noir.
Le bleu de lavande.....	Bleu violet avec un peu de gris.
Le bleu de smalt.......	Bleu de Prusse avec un peu de blanc, un peu de gris et trace de rouge.
Le bleu de ciel.........	Bleu de Prusse, blanc, et un peu de vert émeraude.

5. *Vertes.*

Le vert-de-gris........	Vert émeraude avec beaucoup de bleu de Prusse, et un peu de blanc.
Le vert de mer.........	Le précédent avec un mélange de gris cendré.
Le vert de montagne...	Vert-de-gris avec un peu de gris jaunâtre.
Le vert d'émeraude.....	
Le vert de pomme.....	Vert émeraude avec un peu de blanc grisâtre.
Le vert de pré.........	Vert émeraude avec un peu de jaune citron.

Le vert noirâtre........	Vert mêlé d'une portion considérable de noir.
Le vert de pistache.....	Vert émeraude avec un peu de jaune et de brun.
Le vert d'asperge.......	Vert pistache avec un peu de blanc grisâtre.
Le vert d'olive........	Vert de pré avec beaucoup de brun.
Le vert d'huile........	Vert pistache avec beaucoup de jaune et de gris cendré.
Le vert serin..........	Vert émeraude avec beaucoup de jaune citron et un peu de blanc.

6. *Jaunes.*

Le jaune de soufre.....	Jaune citron avec beaucoup de vert émeraude et de blanc.
Le jaune de laiton.....	Le précédent avec brillant métallique et un peu de gris.
Le jaune de paille.....	Jaune soufre avec beaucoup de blanc grisâtre.
Le jaune de bronze.....	Jaune de laiton avec un peu de gris d'acier, et trace de brun rougeâtre.
Le jaune de cire.......	Jaune citron, brun rougeâtre et un peu de gris cendré.
Le jaune de miel......	Jaune soufre avec brun marron.
Le jaune de citron.	
Le jaune d'or..........	Jaune citron avec brillant métallique.
Le jaune d'ocre........	Jaune citron avec portion considérable de brun marron.
Le jaune de vin........	Jaune citron avec brun rougeâtre et gris.
Le jaune de crème ou isabelle...............	Jaune citron avec blanc grisâtre et un peu de brun et de rouge.
Le jaune d'orange......	Jaune citron avec un peu de rouge carmin.

7. *Rouges.*

Le rouge aurore.......	Rouge carmin avec beaucoup de jaune de citron.

Le rouge d'hyacinthe...	Rouge carmin avec jaune citron et un peu de brun.
Le rouge de brique.....	Le précédent mêlé avec beaucoup de blanc grisâtre.
Le rouge écarlate......	Rouge carmin avec très-peu de jaune citron.
Le rouge de sang......	Rouge écarlate mêlé de noir brunâtre.
Le rouge de chair.....	Rouge de sang mêlé avec blanc grisâtre.
Le rouge de cuivre.....	Le précédent à-peu-près, avec brillant métallique.
Le rouge de carmin.	
Le rouge de cochenille..	Rouge carmin mêlé de gris bleuâtre.
Le rouge cramoisi......	Rouge carmin avec une portion considérable de bleu.
Le rouge gorge de pigeon.	Le précédent avec plus de bleu et un peu de noir.
Le rouge de rose......	Rouge cochenille mêlé de blanc.
Le rouge de fleurs de pêcher...............	Rouge cramoisi mêlé de blanc.
Le rouge de cerise.....	Rouge cramoisi mêlé avec une portion considérable de noir brunâtre.
Le rouge brunâtre......	Rouge de sang mêlé de brun.

8. *Brunes.*

Le brun rougeâtre.....	Brun marron avec un peu de rouge et de jaune.
Le brun de girofle......	Brun marron avec rouge de cochenille et un peu de noir.
Le brun de cheveu.....	Brun de girofle avec gris cendré.
Le brun de brocoli.....	Brun de girofle avec gris cendré et bleu.
Le brun marron.	
Le brun jaunâtre......	Brun marron avec portion considérable de jaune citron.
Le brun de tombac....	Le précédent avec brillant métallique.

Le brun de bois.......	Brun jaunâtre avec beaucoup de gris cendré.
Le brun de foie.......	Brun marron avec vert olive et gris cendré.
Le brun noirâtre.......	Brun marron et noir.

Quant à *l'intensité* des couleurs, elle a quatre degrés différens; ainsi les couleurs sont *obscures* ou *sombres*, *foncées*, *claires vives*, *pâles*. Lorsqu'une couleur ne peut être rapportée à aucune de celles établies dans la table précédente, mais qu'elle est un mélange de deux, on la désigne en exprimant que la couleur qui domine *incline* vers l'autre, si elle n'en a seulement qu'une légère teinte; lorsque la teinte d'une couleur, autre que celle qui domine, est plus foncée, on indique cette modification de la couleur principale, en observant qu'elle *passe* à celle de la teinte.

Lorsque la couleur qu'une substance minérale présente à sa surface, diffère de celle qu'elle offre à l'intérieur, on distingue ces couleurs par rapport à leur origine et par leur espèce. Il faut faire connaître aussi si la surface du minéral présente les couleurs du spectre prismatique, ou si, à mesure qu'on la fait varier de position, elle renvoie, comme l'*opale*, des reflets de différentes couleurs brillantes.

Lorsque la couleur primitive d'un minéral est entièrement changée, et qu'il en a pris une autre, alors on le dit *terni*.

Lorsque des couleurs différentes se présentent à-la-fois dans le même minéral, elles peuvent être disposées en *nuages*, en *points*, en *stries*, en *ondes*, en *veines*, *en zônes*, etc.

Cohésion. II. Cohésion. Relativement à leur état de cohésion, les minéraux sont *solides*, *friables* ou *fluides*.

Onctuosité. III. Onctuosité. Quant à l'onctuosité, les minéraux se distinguent en *gras* et *maigres*. Les minéraux de la première espèce sont gras, onctueux au toucher. Ceux de la seconde espèce ne produisent point cette impression lorsqu'on les touche.

IV. Le froid. V. La pesanteur spécifique. VI. L'odeur. VII. La saveur.	Ces caractères n'exigent pas de description particulière.

II. Caractères particuliers.

Surface. I. Aspect de la surface. En considérant l'aspect de la

surface d'un minéral, il est trois choses qui doivent fixer l'attention, savoir: 1.° *la forme* extérieure du minéral; 2.° la nature de la *surface*; 3.° l'*éclat* de la surface.

1. *Forme extérieure.*

On a réduit aux quatre espèces qui suivent les différentes variétés de la forme extérieure des minéraux, savoir: 1.° la forme extérieure commune; 2.° la forme extérieure particulière; 3.° la forme extérieure régulière; 4.° la forme extérieure figurée.

1. *La forme commune.* C'est ainsi qu'on appelle la forme d'un minéral, lorsqu'elle est trop irrégulière pour pouvoir être comparée à celle de tout autre corps.

Lorsqu'un minéral fait partie d'une roche solide ou d'une pierre composée, on dit qu'il se présente en *masse*, lorsque son volume est au-moins égal à celui d'une noisette; et s'il est moindre, on dit que le minéral se trouve disséminé. Lorsque ce minéral ne tient ni de la roche solide, ni de la pierre composée, il est ou en *morceaux anguleux*, ou en *grains* ou en *lames* ou *plaques*, ou en *couches superficielles* ou en *membranes.*

2. *Particulière.* La forme d'un minéral est appelée particulière, lorsqu'on peut rapporter cette forme à celle de quelque corps connu. Il y a cinq espèces de formes particulières, savoir: celles *alongées*, *rondes*, *plates*, *creuses* ou *caverneuses*, *rameuses* ou *embrouillées.*

Dans la forme particulière *alongée*, sont comprises celles suivantes: *dentiforme*, *filiforme*, *capillaire*, *tricotée*, *dendritiforme*, *coralliforme*, *stalactiforme*, *cylindrique*, *tubiforme*, *claviforme*, *en buissons*. Les formes *rondes* se composent de celles *globuleuse*, *uviforme*, *réniforme*, *tuberculeuse*, *fusiforme*. Les formes *plates* sont, ou *spéculaire*, ou *en feuilles*. Les formes *creuses* ou *caverneuses*, sont *cellulaire*, *criblée*, *cariée*, *amorphe*, *bulleuse*. La forme *embrouillée* est *rameuse*. Les mots indiquent, dans ces cas, la forme particulière à laquelle le minéral se rapporte.

3. *Forme régulière.* On regarde comme minéraux de forme régulière ceux qui se rencontrent cristallisés.

4. *Forme figurée.* On comprend, comme appartenant à cette sorte de forme, toutes les pétrifications.

2. *Surface extérieure.*

La surface extérieure des minéraux est, 1.° *inégale*, lorsqu'elle présente de petites élévations et dépressions peu régulières; 2.° *grenue*, lorsque les petites élévations qu'elle offre sont arrondies, telle est la surface du *chagrin*; 3.° la surface est *rude* au toucher, lorsque les aspérités qui s'y trouvent sont trop petites pour être aperçues distinctement; 4.° la surface est *lisse*, *striée*, *drusique*, lorsqu'elle ne présente aucune inégalité ou aspérité, lorsqu'elle a de très-petites élévations qui se prolongent en lignes droites, et parallèlement, et enfin lorsqu'elle est couverte de cristaux très-petits réunis en druses.

3. *Eclat extérieur.*

L'éclat extérieur d'un minéral varie en cinq degrés d'*intensité*, suivant que cet éclat est, 1°, *très-éclatant*, ou pouvant être vu en plein jour à une grande distance; 2.° *éclatant*, lorsqu'à une certaine distance la lumière réfléchie est faible; 3.° *peu éclatant*, ou apercevable seulement, lorsque le minéral est tenu à une distance qui n'excède pas la longueur du bras; 4.° *brillant*, lorsque la surface du minéral tenue près de l'œil en plein jour, présente nombre de points éclatans; 5.° *mat*, lorsque la surface est sans aucun éclat.

L'éclat est de deux sortes, l'éclat *métallique* et l'éclat *ordinaire*. Ce dernier se subdivise en éclat *demi-métallique*, l'éclat du *diamant*, l'éclat *nacré*, l'éclat *soyeux*, l'éclat *résineux* ou l'éclat *gras*, l'éclat *vitreux*.

Cassure.

II. Aspect de la cassuer. On appelle *cassure* la nouvelle surface que présente un minéral à l'endroit où il a été cassé, et à cet égard il convient de considérer trois choses; 1.° l'*éclat* de la cassure; 2.° la *nature* de la cassure; 3.° La *forme* des fragmens.

1. *Eclat de la cassure.*

Cet éclat est celui qu'on nomme éclat *intérieur*, et il se distingue de la même manière que l'éclat extérieur.

2. *Nature de la cassure.*

On entend désigner par cette expression l'apparence que présente la surface intérieure d'un minéral, lorsqu'il a été rompu, pourvu qu'il l'ait été dans un endroit solide, et non dans la direction de l'un des joints naturels du minéral. Il

est évident que ces divers caractères de la cassure tiennent à la structure ou à la contexture intérieure du minéral. On distingue les quatre variétés suivantes dans la nature de la cassure. Elle est, 1.° *compacte ;* 2.° *fibreuse ;* 3.° *rayonnée ;* 4.° *feuilletée* ou *lamelleuse.*

1. *Compacte.* C'est ainsi qu'on appelle la cassure, lorsque toutes les parties de la surface intérieure forment entre elles continuité. On distingue les petites inégalités qu'offre cette cassure de la manière suivante. 1.° La cassure est *esquilleuse* ou *écailleuse*, lorsque sur une surface à-peu-près unie, on aperçoit des petites inégalités sous forme de coins ou parties écailleuses, adhérentes par l'extrémité la plus épaisse, et laissant passer un peu de lumière. 2.° Elle est *unie*, lorsqu'elle ne présente point d'inégalités apercevables. 3.° Elle est *conchoïde*, lorsqu'on y remarque de petites élévations et dépressions, ou cavités arrondies, qui ressemblent à des empreintes de coquilles. 4.° Elle est *inégale*, lorsqu'elle se présente couverte de petites élévations et inégalités anguleuses irrégulières, qu'on peut considérer comme des grains ; et suivant la dimension de ces inégalités, on dit que la cassure est *à gros grains* ou *à petits grains*, ou *à grains fins.* 5.° La cassure est *terreuse*, lorsque la surface intérieure ressemble à de la terre desséchée. 6.° Elle est *crochue* ou *hamiforme*, lorsqu'il s'y trouve beaucoup de très-petites aspérités pointues, contournées en forme de crochets, et plus sensibles au toucher qu'à la vue. Cette dernière espèce de cassure est particulière aux métaux.

2. *Fibreuse.* On appelle ainsi la cassure, lorsque la surface intérieure du minéral le présente composé de fibres ou de filamens qui adhèrent ensemble, et qui sont trop petits pour qu'on puisse les mesurer. Ces fibres sont ou *droites* ou *courbes*, elles sont disposées *parallèlement* ou en *divergence* ou *entralacées.*

3. *Rayonnée.* La cassure qu'on désigne ainsi, est celle qui présente des fibres épaisses applaties et de dimension telle qu'il soit possible d'en mesurer la largeur. Dans ce cas, la surface intérieure offre des *stries* ou des *cannelures.*

4. *Feuilletée* ou *lamelleuse.* Cette cassure est celle d'un minéral qui paraît composé de lames minces dont les surfaces sont lisses et polies comme la surface d'un cristal. Les lames peuvent être *grandes*, *petites* ou *très-petites ; parfaites* ou

imparfaites; *droites* ou *courbes* de diverses manières. La direction des lames ou le *clivage* peut être simple, double, triple, etc.

3. *De la forme des fragmens.*

Lorsqu'un minéral est brisé par la percussion du marteau, la forme des morceaux dans lesquels il se trouve ainsi réduit, est 1.° *régulière* ou 2.° *irrégulière.*

1. Par fragmens *réguliers* on entend désigner ceux qui ont une forme géométrique. Ce sont ordinairement des fragmens de corps cristallisés, et on les distingue d'après leur forme en fragmens *cubiques*, *rhomboïdaux*, *trapézoïdaux*, *tétraèdres*, *octaèdres* ou *dodécaèdres.*

2. Les fragmens *irréguliers* sont ceux qui ne se présentent sous aucune forme géométrique. On les distingue en fragmens *cunéiformes*, *esquilleux*, minces, alongés et pointus; en fragmens *en plaques*, minces, larges et aigues à leurs angles comme l'ardoise ordinaire; en fragmens *indéterminés*, n'ayant aucune ressemblance particulière avec tout autre corps quelconque. Les *bords* de ces fragmens de forme indéterminée sont *très-aigus*, *aigus*, *peu sensiblement aigus* ou *obtus.*

Concrétions distinctes.

III. Aspect des concrétions distinctes. On appelle ainsi des masses distinctes dont se composent certains minéraux, qui y paraissent séparées les unes des autres, et dont la séparation s'opère au moyen de joints naturels, sans attaquer la partie solide du minéral. Il est trois choses à remarquer relativement à ces concrétions: 1.° leur *forme*; 2.° leur *surface*; 3.° leur *éclat.*

1. *Forme des concrétions distinctes.*

Il y a trois variétés de formes de ces concrétions; elles sont 1.° *grenues*, lorsque la concrétion distincte est à-peu-près égale en dimensions de longueur, largeur et épaisseur. Les concrétions de cette espèce peuvent être *arrondies* ou *anguleuses*; *larges*, *à gros grains*, *à petits grains*, *à grains fins*; 2°. la forme des concrétions est *lamellaire* ou *testacée*, lorsqu'elles consistent en lames appliquées les unes sur les autres, et plus ou moins fortement adhérentes; 3.° cette forme est *colonnaire* ou *scapiforme*, lorsque la largeur et l'épaisseur des concrétions sont peu sensibles comparativement à leur longueur.

2. Surface des concrétions distinctes.

La surface est *lisse*, *rude*, *striée*, *inégale*, etc.

3. Eclat des concrétions distinctes.

Cet éclat présente les mêmes variations que l'éclat extérieur des minéraux.

IV. Aspect général. Cette manière de considérer le minéral, comprend trois caractères particuliers : 1.° la *transparence*; 2.° la *raclure*; 3.° la *tachure*. Aspect général.

1. La transparence.

On entend par transparence la proportion de lumière que les minéraux sont susceptibles de transmettre. Ils sont ou entièrement *transparens* ou *diaphanes*, lorsqu'on voit distinctement les objets au travers; ou seulement *demi-transparens* ou *demi-diaphanes*, lorsque leur interposition ne laisse apercevoir que peu distinctement les objets. Ils sont *translucides*, lorsqu'ils donnent passage à la lumière, mais en si petite quantité, qu'on ne peut pas distinguer les objets à travers leur masse. Ils sont *opaques*, lorsqu'il n'y a pas du tout de lumière transmise.

Lorsque des minéraux opaques deviennent transparens dans l'eau, on les appelle *hydrophanes*. Lorsqu'on voit les objets doubles à travers un minéral transparent, on désigne cette propriété dans le minéral par la dénomination de *réfraction double*.

2. La rayure ou raclure.

On appelle *rayure* ou *raclure* la marque que laisse sur un minéral tout corps dur, tel que la pointe d'un couteau, avec lequel il est *rayé* ou *raclé*. La couleur de la *raclure* est *similaire*, ou la même que celle du minéral, ou bien elle est *dissimilaire*, c'est-à-dire d'une couleur différente.

3. La tachure.

On appelle *tachure* la trace ou *tache* que quelques minéraux laissent sur les doigts ou sur le papier, lorsqu'on les frotte. On peut faire usage de quelques-uns de ces minéraux pour écrire.

V. Dureté. On exprime par cette qualification la résistance Dureté.

qu'un corps oppose aux efforts qu'on fait pour le rayer ou le racler. Les minéraux sont 1.° *durs*; 2.° *demi-durs*; 3.° *tendres*.

1. Les minéraux sont considérés comme *durs*, lorsqu'ils ne se laissent pas entamer par le couteau, et qu'ils font feu avec l'acier. Ils peuvent être sous ce rapport dans trois états différens: 1.° *extrêmement durs*, résistant à la lime; 2.° *très-durs*, cédant un peu à la lime; 3.° *durs*, susceptibles d'être rayés par la lime.

2. Les minéraux sont *demi-durs*, lorsque cédant avec difficulté à l'action du couteau, ils ne font pas feu avec l'acier.

3. Les minéraux sont *tendres*, lorsqu'ils se laissent facilement entamer et tailler par le couteau, mais n'étant pas susceptibles de recevoir l'empreinte de l'ongle.

Ténacité. *VI. Tenacité.* Relativement à leur propriété de tenacité, les minéraux sont, 1.° *aigres*, lorsqu'en les coupant avec un couteau, les particules s'en détachent avec bruit. 2.° *Sectiles*, ou, se laissant couper au couteau, lorsqu'étant entaillés par le couteau, leurs particules au-lieu de se séparer, restent. 3.° *Ductiles*, lorsqu'ils obéissent à la pression.

Frangibilité. *VII. Frangibilité.* On désigne ainsi la résistance qu'opposent les minéraux, lorsqu'on essaie de les rompre. Il y a dans les minéraux cinq degrés de frangibilité; 1.° ils sont *très-difficiles à rompre*; 2.° *difficiles à rompre*; 3.° *médiocrement difficiles à rompre*; 4.° *fragiles*; 5.° *très-fragiles* *.

Flexibilité. *VIII. Flexibilité.* La flexibilité est cette propriété qu'ont les corps de se laisser plier sans se rompre. Parmi les minéraux, il y en a de *flexibles*, *d'élastiques*, *de non élastiques et de non flexibles*.

Happement à la langue. *IX. Happement à la langue.* On nomme ainsi cette adhé-

* Dans la description des caractères des minéraux, celui de la frangibilité est désigné par le mot *frangible*, en y ajoutant *moderately*, *easily*, *very*, pour exprimer les diverses modifications de ce caractère. Le terme *frangible* se trouvant dans le Dictionnaire de Boiste, qui lui donne pour signification, *capable d'être rompu*, il m'a semblé que je pouvais traduire, par ce mot français, le même mot du texte anglais; et j'ai pensé qu'il y avait avantage à l'employer de cette manière. Je crois aussi que par ce mot *frangible*, on peut exprimer qu'un minéral est susceptible d'être pulvérisé; de sorte qu'alors *moderately*, *easily*, *very*, *frangible*, indiqueraient en français *modérément facile*, *facile*, *très-facile à pulvériser*.

(*Note du Traducteur.*)

sion que certains minéraux, lorsqu'on les pose sur la langue, contractent avec elle. On distingue différens degrés de force dans le happement à la langue, et on le dit 1.° *très-fort;* 2.° *médiocre;* 3.° *faible;* 4.° *très-faible.*

X. Son. Par ce mot, on désigne le bruit que certains minéraux font entendre, lorsqu'on les frappe ou qu'on essaie de les plier. Ce bruit dans quelques minéraux est *sonore*, dans d'autres c'est un son désagréable qui *choque* l'oreille, et dans quelques-uns, tel que l'étain, c'est un *cri.* Son.

Les propriétés particulières de la friabilité et de la fluidité des minéraux, n'ont pas besoin d'être décrites.

Quant à ce qui a rapport à l'*électricité*, quelques minéraux deviennent électriques par *chaleur*, d'autres par *frottement*, et il en est qui ne peuvent pas être rendus tels. Dans quelques minéraux l'électricité est *positive* ou *vitrée;* dans d'autres elle est *négative* ou *résineuse.*

Pour la recherche des propriétés chimiques des minéraux, Chalumeau. on se sert souvent avec avantage de l'instrument auquel on donne le nom de *chalumeau.* On peut, par son moyen, déterminer dans quelques minutes une grande variété de caractères, que par les procédés ordinaires on eût employé beaucoup de temps à reconnaître. Le chalumeau consiste simplement dans un tube creux courbé, portant à quelque distance de son extrémité une boule avec un petit tube conique, se terminant en un filet très-délié par où sort un jet d'air qu'on porte sur la flamme d'une bougie. Cette flamme est ainsi concentrée et dirigée sur de petites particules du minéral à examiner, placées soit sur un morceau de charbon creusé à cet effet, soit dans des cuillers d'argent ou de platine. Le chalumeau se remplit de l'air que celui qui fait l'expérience tire de ses poumons, ou au moyen de soufflets adaptés à l'instrument. En exposant ainsi une très-petite portion d'un minéral à l'action de la flamme concentrée, on juge de l'effet que la chaleur produit sur lui, et l'on peut essayer celui qu'il éprouverait à une très-haute température de l'action d'autres corps, tels que le borax, la soude, le sel microcosmique, etc. On peut, au moyen des propriétés que ces expériences dénotent, reconnaître dans beaucoup de cas la nature et même les parties composantes d'un minéral.

Ce fut Von Swab qui introduisit le premier l'usage du chalumeau dans la minéralogie. Cet instrument fut perfec-

tionné depuis par Cronstedt, et beaucoup plus encore par Bergman. Saussure substitua au charbon un filament de cyanite, en fixant sur la pointe de ce filament une très-petite portion du minéral à examiner, et en le soumettant dans cette situation à l'action du chalumeau. En opérant aiusi, il lui fut possible de faire ses expériences sur de très-petites molécules, et de parvenir à opérer la fusion de beaucoup de corps considérés jusqu'alors comme infusibles.

CHAPITRE II.

Des Minéraux simples.

Avicenne, écrivain du 11e. siècle, divisa les minéraux en quatre classes. Les pierres, les sels, les corps inflammables et les métaux *. Cette division a été, en quelque sorte, adoptée par tous ceux qui sont venus après lui; et, en effet, Linnée, le premier des auteurs modernes qui ait publié un système de minéralogie, ne se guidant que par les seuls caractères extérieurs, établit trois classes de minéraux, *petræ, mineræ, fossilia*; mais on trouve les classes d'Avicenne parmi ses ordres. La même remarque peut s'appliquer aux systêmes de Wallerius, Wollsterdorf, Cartheuser et Justi, qui parurent successivement après la première publication, en 1736, du *Systema naturæ* de Linnée. Enfin en 1758, Cronstedt donna sa Minéralogie, dans laquelle il remit à leur place les classes d'Avicenne. Son système fut adopté par Bergman, Kirwan, Werner, et par les plus célèbres minéralogistes qui aient traité depuis de cette partie de la science. C'est cette classification aussi que j'ai cru devoir suivre dans cet ouvrage, parce qu'il n'en a point été proposé d'autres jusqu'ici qui lui soit préférable.

---

* Corpora mineralia in quatuor species dividuntur; scilicet, in lapides et in liquefactiva, sulphurea, et sales. Et horum quædam sunt raræ substantiæ et debilis compositionis, et quædam fortis substantiæ, et quædam ductibilia, et quædam non. Avicenna, de congelatione et conglutinatione lapidum. Cap. III. Theatrum chimicum. IV, 997.

Je diviserai donc les minéraux en quatre classes. Division.

1. Les pierres.
2. Les sels.
3. Les combustibles.
5. Les mines.

La première de ces classes comprend tous les minéraux dont les terres forment les parties composantes principales ; la seconde toutes les combinaisons d'acides et d'alcalis qui se rencontrent parmi les substances minérales ; la troisième ceux des minéraux qui sont susceptibles de combustion, et qui consistent essentiellement en soufre, carbone et huile, et la quatrième tous les minéraux qui sont principalement composés de métaux.

Classe 1ere. — *Pierres.*

Cette classe se divise naturellement en deux ordres. Le 1er. comprend toutes les combinaisons formées entièrement de corps terreux, ou de corps terreux unis seulement à une petite portion d'un alcali, ou d'un oxide métallique ; le 2e. ordre consiste dans des combinaisons de corps terreux avec des acides. A défaut de dénomination plus convenable, nous donnerons au premier ordre celle de *pierres terreuses*, et nous appellerons *pierres salines* les combinaisons qui forment le second ordre.

Ordre 1er. — *Pierres terreuses.*

Cronstedt divisa cet ordre dans les neuf genres suivans, correspondant à neuf terres, dont il pensa que l'une d'elles composait les pierres classées dans chaque genre ; les dénominations de ces genres étaient *calcareæ*, *siliceæ*, *granatinæ*, *argillaceæ*, *micaceæ*, *fluores*, *abestinæ*, *zeolithicæ*, *magnesiæ*. Toutes ces terres, excepté les 1re., 2e., 4e., et 9e., furent depuis reconnues pour être des composés. Bergman réduisit donc, dans sa *sciagraphia*, publiée pour la première fois en 1782, le nombre des genres à cinq, qui était celui des terres primitives connues au moment où il écrivait. Depuis cette époque, cinq terres nouvelles ayant été découvertes, il en est résulté, dans les systêmes de minéralogie qui ont paru depuis, une augmentation proportionnelle dans le nombre des genres appartenant à ce premier ordre.

Chaque genre reçoit son nom d'une terre, et ils se trouvent rangés dans les tableaux les plus récens de la classification de Werner ainsi qu'il suit, savoir :

1. Genre diamant.
2. Genre zirconien.
3. Genre siliceux.
4. Genre argileux.
5. Genre magnésien.
6. Genre calcaire.
7. Genre barytique.
8. Genre strontianien.
9. Genre hallite.

Chaque genre comprend les pierres qui sont principalement composées de la terre dont il tire son nom, ou au-moins celles auxquelles on attribue les caractères distinctifs de cette terre.

Une simple considération suffira pour faire juger qu'il n'existe aucun fondement naturel pour l'établissement de ces genres. La plupart des pierres sont composées de deux, trois, ou même de quatre ingrédiens ; et, dans beaucoup de cas, la proportion de deux ou d'un plus grand nombre de ces ingrédiens est à-peu-près égale. Or, quel que soit le genre dans lequel on place de semblables minéraux, il se trouve que la terre dont ils reçoivent leur nom formera la plus petite partie de leur composition. Aussi n'est-ce pas tant par la composition chimique que par le caractère extérieur, que le minéralogiste a été guidé dans la distribution de ses espèces. On ne peut pas convenablement dire que les genres aient aucun caractère quelconque, ni que la réunion des espèces repose sur quelqu'autre chose, qu'une distinction arbitraire. Ce défaut, qui doit se faire remarquer même dans les systèmes de minéralogie les plus estimés, semble être provenu de ce qu'on a cherché à combiner ensemble un système artificiel et un système naturel.

Je ne doute point que Werner ne se soit pleinement convaincu de cette défectuosité, et qu'il n'ait cherché peu-à-peu à la rectifier. Son arrangement de cet ordre de minéraux, tel qu'il a été récemment perfectionné, est d'une très-grande importance ; mais s'il en avait fait entièrement disparaître les genres actuels pour y substituer ces groupes de minéraux qu'il a désignés par la dénomination de *familles*, je considérerais cet arrangement comme beaucoup meilleur que le mélange auquel il a tenu, de deux systèmes, fondés, l'un sur les caractères chimiques, et l'autre sur les caractères exté-

rieurs. On ne peut disconvenir que les *caractères extérieurs* de chaque corps doivent seuls nous diriger dans le classement des minéraux, et que les corps qu'il convient de placer le plus près les uns des autres sont ceux qui ont le plus de ressemblance entre eux. Il est très-probable que toutes les fois que les caractères extérieurs coïncident, il en est de même aussi de la composition; et lorsque les chimistes obtiennent un résultat contraire, il y a lieu de croire que cela provient de ce qu'ils donnent le *même* nom à des minéraux qui *diffèrent* par leurs caractères. C'est donc par la connaissance de leurs caractères extérieurs qu'il faut commencer l'examen des minéraux, cette connaissance étant le seul moyen que nous ayons de discerner avec exactitude les échantillons convenables pour être soumis à l'analyse; car je considère aussi comme analyse les importantes découvertes de Haüy relativement à la forme primitive des minéraux cristallisés.

J'adopterai donc pour cet ordre l'arrangement de Werner, en élaguant les anciens genres, pour mettre les familles à leur place. On a formé la table qui suit des différens minéraux de cet ordre, rangés selon leurs familles *.

I. Famille Diamant.

Diamant.

II. Famille Zircon.

Zircon.

III. Famille Rubis.

Ceylanite.
Automalite.
Spinelle.
Saphir.
Corindon.
Emeril.
Chrysoberil.

* Le professeur Jameson, dans la deuxième édition de son Système de Minéralogie, publié en 1816, a adopté la méthode que j'ai suggérée ici. J'ai examiné sa table avec beaucoup d'attention, et j'ai adopté tout ce qui étant nouveau, me paraissait être un perfectionnement. Je n'ai point fait mention du système chimique très-ingénieux de Berzelius, quoique je pense qu'il est d'un grand intérêt; mais c'est par la raison que, dans mon opinion, la minéralogie doit être plutôt fondée sur les caractères extérieurs, et en particulier sur la cristallisation, que sur la composition. La composition pourrait bien en effet fournir un moyen exact de classement; mais il faudrait pour cela que les minéraux fussent toujours purs, et non mêlés.

IV. Famille Schorls.

Topaze.
Shorlite.
Pyrophysalite.
Euclase.
Emeraude.
Iolite.
Schorl.
Fibrolite.

V. Famille Epidotes.

Epidote.
Zoisite.
Antophyllite.
Axinite.

VI. Famille Grenats.

Leucite.
Pyrineite.
Vésuvienne.
Gahnite.
Grossulaire.
Mélanite.
Allochroite.
Collophonite.
Grenat.
Aplome.
Grenatite.
Pierre de cannelle.

VII. Famille Quartz.

Quartz.
Steinheilite.
OEil de chat.
Pierre à fusil.
Pierre de corne.
Schiste siliceux.
Caillou.
Pierre flottante.
Calcédoine.
Héliotrope.
Hyalite.
Opale.
Ménilite.
Jaspe.

VIII. Famille Pierres de poix.

Obsidienne.
Pierre de poix.
Pierre de perle.
Pumice.

IX. Famille Zéolite.

Wavellite.
Phrénite.
Mésotype.
Stilbite.
Ibérite.
Apophyllite.
Analcime.
Chabasite.
Pierre de croix.
Lomonite.
Dipyre.
Natrolite.

X. Famille Pierre d'azur.

Pierre d'azur.
Azurite.
Haüyne.
Spath bleu.

XI. Famille Feldspath.

Gehlenite.
Andaluzite.
Saussurite.
Chiastolite.
Indianite.
Feldspath.
Ekebergite.
Spodumène.
Scapolite.
Bergmannite.
Elaolite.
Sodalite.
Meionite.
Nepheline.

XII. Famille Argiles.

Aluminite.
Pierre d'alun.
Terre à porcelaine.
Argile commune.
Pierre argileuse.
Schiste adhérent.
Schiste à polir.
Tripoli.

XIII. Famille Schistes argileux.

Schiste alumineux.
Schiste bitumineux.
Schiste à dessiner.
Schiste à aiguiser.
Schiste argileux.

XIV. Famille Micas.

Lépidolite.
Mica.
Pinite.
Chlorite.

XV. Famille Lithomarges.

Terre verte.
Pimélite.
Lithomarge.
Savon de montagne.
Terre jaune.
Cimolite.
Collyrite.

XVI. Famille Pierres savonneuses.

Magnésie native.
Meerschaum, écume de mer.
Terre à foulon.
Bol.
Sphragide.
Stéatite.
Agalmatolite.

XVII. Famille Talcs.

Néphrite.
Serpentine.
Picrolite.
Talc.
Natrite.
Asbeste.

XVIII. Famille Hornblendes.

Hornblende.
Hornblende du Labrador.

Actynolite.
Trémolite.
Cyanite.
Rhætizite.
Sahlite.
Augite.
Diopside.
Diallage.
Bronzite.
Hyperstène.

XIX. Famille Chrysolites.

Chrysolite.
Olivine.

XX. Famille Basaltes.

Basalte.
Wacke.
Pierre sonnante.
Fer argilleux.

Les minéraux de cet ordre se distinguent par les propriétés communes suivantes. Leur pesanteur spécifique varie de 4,4 à 0,7. Ils sont, pour la plupart, assez durs pour rayer le verre, et c'est ce qui a toujours lieu lorsque la pesanteur spécifique excède 3,5. Il en est cependant quelques-uns qui sont tendres. Il n'est aucun de ces minéraux qui ait le véritable éclat métallique; quoique dans plusieurs, ce soit un éclat analogue, mais qui disparaît en les raclant. Tous ces minéraux sont insolubles dans l'eau, et il en est très-peu qui soient attaquables par les acides sans être soumis par quelque mode particulier à leur action. La chimie n'a pu fournir encore jusqu'à présent de moyens pour former artificiellement aucun de ces minéraux.

I. FAMILLE DIAMANT.

Famille Diamant. Cette famille n'a qu'une seule espèce, le diamant. C'est le corps le plus dur et le plus beau de toutes les productions minérales.

ESPÈCE 1re. — *Diamant.*

Ce minéral, qui fut bien connu des anciens, se trouve dans différentes parties de l'Asie, et particulièrement dans les royaumes de Golconde et de Visapour. On le rencontre aussi au Brésil; mais il n'a encore été découvert jusqu'à présent que dans les contrées situées en deçà des tropiques.

Les couleurs les plus ordinaires du diamant sont le blanc et le gris avec des nuances variées. On en trouve aussi de bleu, et de rouge, de brun, de jaune et de vert. Les couleurs sont
Cristaux. ordinairement pâles. On le trouve toujours cristallisé, mais quelquefois d'une manière si imparfaite qu'à la première

vue, il pourrait passer pour amorphe. Sa forme primitive est l'octaèdre régulier. Mais il se présente plus habituellement sous une forme sphéroïdale; et alors il a communément trente-six facettes triangulaires curvilignes, dont six sont élevées sur chacune des faces de l'octaèdre primitif. La forme de la molécule intégrante du diamant est, suivant Haüy, le tétraèdre régulier. On peut voir une description plus particulière des cristaux, de ce minéral, dans la cristallographie de Romé de Lisle [1], la minéralogie de Haüy [2], et celle du professeur Jameson [3].

Les cristaux du diamant sont ordinairement petits. Leur surface est lisse ou striée, excepté lorsque ce minéral se présente sous forme grenue; car alors la surface de ses cristaux est rude au toucher ou au-moins inégale. Son éclat extérieur varie du très-éclatant au brillant, et celui de son intérieur est toujours le très-éclatant. Sa cassure est lamelleuse à lames droites, son clivage est quadruple et parallèle aux faces de l'octaèdre. La forme de ses fragmens est l'octaèdre ou le tétraèdre. Il se rencontre rarement en concrétions distinctes. Sa transparence varie du diaphane au translucide. Sa réfraction est simple; c'est le corps le plus dur de la nature, il est aigre, assez frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 3,5185 à 3,5310 [4]. Il acquiert par le frottement l'électricité vitrée avant même qu'il ait été travaillé par le lapidaire, ce qui n'a lieu à l'égard d'aucune autre pierre gemme [5].

On n'a trouvé jusqu'à présent le diamant, que dans les Indes orientales et au Brésil.

II. FAMILLE ZIRCON.

Les minéraux qui appartiennent à cette famille sont ceux qui se rapprochent de plus près du diamant par leurs caractères extérieurs. Il n'y en a qu'une seule espèce, le *zircon*, qu'on divise en deux sous-espèces, le zircon ordinaire et l'hyacinthe. Famille Zircon.

---

[1] Cristallog. de Romé de Lisle. II, 191.
[2] Journ. des Min. N.° XXIX, 343.
[3] Mineralogy. I, 2.
[4] Haüy, Journ. des Min. N.° XXIX, 343.
[5] *Ibid.*

ESPÈCE Ire. — *Zircon.*

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Zircon ordinaire.*

Ce minéral nous vient ordinairement de Ceylan; on l'a cependant trouvé en Norwège, et dans le Galloway en Écosse.

En général sa couleur est le gris; mais il en a aussi plusieurs autres variétés qui sont le vert, le bleu, le rouge, le jaune et le brun. On le trouve le plus souvent en morceaux arrondis; cependant il se rencontre quelquefois cristallisé, en prismes tétraèdres ou en octaèdres applatis. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre composé de deux pyramides tétraèdres, appliquées base à base, dont les côtés sont des triangles isocèles [1]. L'incidence des faces d'une même pyramide est de 124°,12', et l'incidence des faces d'une pyramide sur celles qui leur sont adjacentes dans l'autre pyramide est de 82°,50'. La valeur de l'angle solide au sommet est de 73°,44' [2]. Les cristaux du zircon sont ordinairement petits; leur surface est lisse, et leur éclat est l'éclatant. Mais la surface des fragmens arrondis est quelquefois rude, et leur éclat est le peu éclatant. L'éclat intérieur est le très-éclatant.

La cassure est lamelleuse à clivage sextuple, suivant Mohs. Les fragmens sont à bords aigus. Il est translucide ou demi-transparent. Il produit une réfraction double à un haut degré. Il est moins dur que le diamant et le saphir, mais beaucoup plus que le quartz. Il se casse facilement sous le marteau. Sa pesanteur spécifique de 4,557 [3] à 4,721 [4].

SOUS-ESPÈCE 2. — *Hyacinthe.*

Ce minéral, qui a une très-grande ressemblance avec le précédent, nous est apporté de Ceylan; mais on le trouve aussi en France et dans d'autres contrées de l'Europe.

Sa couleur la plus ordinaire est le rouge ponceau, dit rouge d'hyacinthe. Mais elle passe aussi au brun rougeâtre,

---

[1] Suivant Mohs, il a un clivage sextuple, et sa forme primitive est un prisme tétraèdre rectangulaire, terminé par des pyramides à six faces posant sur les bords latéraux. Cette variété de sa cristallisation est aussi la plus ordinaire.

[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVI, 91.

[3] Klaproth, Beitrage I.

[4] Lowry, Jameson's Mineralogy. I, 17.

au gris et au jaune orangé. La forme primitive de ses cristaux est la même que celle du zircon. Elle se présente communément en un prisme à quatre faces, ayant ses deux bases remplacées par un pointement un peu aigu à 4 faces posant sur les bords latéraux du prisme. Les cristaux sont ordinairement petits, mais complets. Leur surface est lisse. A l'extérieur l'hyacinthe est éclatante, à l'intérieur elle est très-éclatante, et cet éclat est vitreux. Sa cassure est lamelleuse à lames droites; son clivage, comme la sous-espèce qui précède. Les fragmens sont à bords aigus; sa transparence est du diaphane au translucide. Elle raie le quartz. Elle est assez aisément frangible. Lorsqu'elle est taillée, elle est un peu onctueuse au toucher. Traitée au chalumeau, l'hyacinthe perd sa couleur, mais elle conserve sa transparence. Elle ne se fond ni avec la soude ni avec le sel microcosmique, mais seulement avec le sous-borate de soude qui la change en un verre blanc transparent.

Il résulte des analyses de Vauquelin et de Klaproth que ces minéraux sont composés ainsi qu'il suit, savoir :

Famille chrysolite.

	ZIRCON.			HYACINTHE.		
Zircon.....	69,0 [1]	65 [2]	64,5 [3]	70 [4]	64,5 [5]	66 [6]
Silice......	26,5	33	32,5	25	32	31
Oxide de fer.	0,5	1	1,5	0,5	2,0	2
Perte......	4,0	1	1,5	4,5	1,5	1
	100,0	100	100	100,0	100,0	100

En considérant ce minéral comme étant un silicate de zircone, il s'ensuivrait qu'un atôme de zircone ne pèse que

[1] Klaproth's, Beitrage. I, 222.
[2] De Norwége, *ibid.* III, 271.
[3] Klaproth's *ibid.* V, 130. L'échantillon venait des Circars dans l'Inde.
[4] De Ceylan, *ibid.* I, 231.
[5] D'Expailly, Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXVI, 10.
[6] *Ibid.*

4,535, poids inférieur à celui indiqué dans un chapitre précédent de cet ouvrage; mais nous manquons encore de données suffisantes pour déterminer ce point.

III. FAMILLE RUBIS.

Famille Rubis. On a divisé en six espèces les minéraux qui appartiennent à cette famille. Ces espèces sont, *la ceylanite*, *l'automalite*, *le spinelle*, *le saphir*, *le corindon*, *l'émeril*, et *le chrysoberil*.

Toutes ces espèces sont extrêmement dures, et plusieurs d'entre elles sont d'un grand prix à raison de leur beauté.

ESPÈCE Ire. — *Ceylanite*[1].

Pléonaste de Haüy.

Le minéral nommé *ceylanite*, parce que c'est de l'île de Ceylan qu'on l'apporte en Europe, avait été observé par Romé de Lisle[2]; mais ce fut Lamétherie qui en donna le premier la description dans le *journal de physique* de janvier 1793.

On trouve le plus ordinairement la ceylanite en masses arrondies; mais elle se rencontre aussi quelquefois cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est l'octaèdre régulier. Elle se présente souvent sous cette forme; mais plus ordinairement les bords de l'octaèdre manquent et sont remplacés par des facettes[3].

La couleur de ce minéral paraît être le bleu indigo foncé, passant au noir bleuâtre; mais en l'examinant avec plus d'attention on juge que cette couleur est le noir verdâtre. Sa surface est rude. Il est à-peu-près opaque à l'extérieur; à l'intérieur son éclat est l'éclatant, et le très-éclatant, et cet éclat est résineux. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords très-aigus. Il raie légèrement le quartz. Il est aisément frangible, sa pesanteur spécifique varie de 3,7647 à 3,7931[4]. Ce minéral est infusible au chalumeau sans addition.

---

[1] Brochant. II, 525. Haüy Minéral. III, 17. Bournon, Phil. Trans. 1802, p. 318. Jameson. I, 26.

[2] Cristallog. III, 180, note 21.

[3] Haüy, Journ. des Min. N.° XXXVIII, p. 264.

[4] *Ibid.*

Espèce 2. — *Automolite.*

Ce minéral n'a été trouvé, jusqu'à présent, qu'à Fahlun, en Suède, dans du talc schisteux. Il paraît avoir été découvert par l'assesseur Gahn, vers 1805, et bientôt après il fut examiné et analysé par Ekeberg et Berzelius, qui en obtinrent, l'un et l'autre séparément, les mêmes parties constituantes. Ekeberg publia en 1806 un exposé sur ce minéral [1].

Sa couleur est le vert foncé. Il se trouve toujours cristallisé en octaèdres réguliers, qui ont la forme du spinelle. Les cristaux sont petits. La cassure longitudinale est feuilletée, la cassure transversale est inégale, et un peu conchoïde. Les cristaux entiers sont opaques, mais les fragmens sont translucides sur les bords. Le minéral pulvérisé devient d'un vert clair. Il raie le quartz. Sa pesanteur spécifique est 4,261 [2]. Il est infusible au chalumeau. Avec le borax il se fond en un verre, vert lorsqu'il est chaud, mais incolore lorsqu'il est froid. Ses parties constituantes sont :

Alumine........	60 [3]	42 [4]
Silice...........	4,75....	4
Oxide de zinc....	24,25....	28
Oxide de fer.....	9,25	5
Soufre et perte...	—	17
Perte	1,75.....	—
Non décomposé.	—	4
	100,00	100

Le nom d'automolite (*deserteur*) a été donné à ce minéral, à raison de la portion de zinc qu'il contient. Comme sa forme cristalline est la même que celle du spinelle, on crut d'abord que l'automolite n'était autre chose que le spinelle, avec des particules de *blende* mêlées mécaniquement à travers le cristal. J'ai même entendu dire par quelques personnes

---

[1] Afhandlingar. I, 84.

[2] Ekeberg, Afhandlingar. I, 88. Quelquefois on remarque quelques petits points de galène dans le cristal. Sa pesanteur spécifique est alors 4,3714. C'est sans doute à raison de quelque mélange semblable que Haüy donne à ce minéral une pesanteur spécifique aussi grande que celle de 4,6969. Lucas. II, 237.

[3] Ekeberg, Gehlen's Journ. V, 443.

[4] Vauquelin, Gehlen's Journ. Second series. II, 38.

qu'elles pouvaient distinguer le mélange à l'œil nu. Mais comme la pesanteur spécifique de l'automolite est plus considérable que celle du spinelle, ou celle de la blende, il est évident que le minéral doit être quelque chose de plus qu'un mélange mécanique des deux ; mais si c'est un composé chimique des deux minéraux, il mérite d'être considéré comme espèce distincte. Berzelius a donné à ce minéral le nom de *gahnite*. Il est difficile de se former une idée exacte de sa composition. Je pense que l'échantillon de ce minéral, que Vauquelin a analysé, devait être impur, Ekeberg et Berzelius n'y ayant pas découvert la présence du soufre.

Espèce 3. — *Spinelle*.

Spinelle et *Rubis balai* de Kirwan ; *Rubis spinelle octaèdre* de Delisle ; *Spinelle* de Gmelin.

Cette pierre, qui nous vient de l'île de Ceylan, qui a été trouvée aussi dans la pierre à chaux grenue, provenant des éjections du Vésuve, et dans la carrière de pierre à chaux [1], dépendant de la fonderie de fer d'Oker, en Sudermanie, en Suède, est ordinairement cristallisée. La forme de sa molécule intégrante est le tétraèdre régulier. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre régulier composé de deux pyramides à quatre faces appliquées base à base, dont chaque côté est un triangle équilatéral. Dans quelques cas deux côtés opposés des pyramides sont plus larges que les deux autres, et quelquefois aussi les bords de l'octaèdre manquent et sont remplacés par des faces étroites. Ces figures ainsi que d'autres variétés des cristaux de ce minéral ont été décrites par *Romé de Lisle* et par l'*abbé Estner* [2]. Le spinelle se rencontre aussi cristallisé en tétraèdres, en rhomboïdes dont les faces sont à angles de 120° et de 60°, en dodécaèdres rhomboïdaux et en prismes à 4 pans terminés par des pyramides tétraèdres [3].

La couleur du spinelle est le rouge, passant au bleu d'un côté, et de l'autre au jaune et au brun. Du rouge carmin, la couleur passe au rouge cramoisi, au rouge cochenille et

---

[1] Cette pierre à chaux est primitive, ainsi que cela est évident d'après l'exposé que donne Hisinger, de la structure de cette partie du pays Samling. till en Mineralogisk Geografi ofver Sverige, p. 150.

[2] Cristall. II, 226 ; Estner's Min., p. 173.

[3] Bournon.

au rouge de chair; elle passe également au bleu de prune, et violet, au bleu d'indigo; et aussi au rouge de sang, au jaune d'orange et au brun rougeâtre. La surface de ce minéral est lisse; il est très-éclatant, et cet éclat est celui du verre. Sa cassure est parfaitement conchoïde et quelquefois elle est imparfaitement lamelleuse. Les fragmens sont à bords aigus. Il est transparent et translucide. Il raie fortement le quartz. Il est rayé par le saphir. Sa pesanteur spécique est de 3,570 [1] à 3,705 [2]. Au chalumeau le spinelle est infusible sans addition. Il se fond avec le borax. Les anciens semblent avoir classé cette pierre parmi leurs hyacinthes [3].

La table qui suit présente la composition de la ceylanite et du spinelle, d'après les expériences les plus exactes qui en aient été faites jusqu'à présent.

	Ceylanite.	Spinelle.		
Alumine.............	68 [4]	74,50 [5]	82,47 [6]	72,25 [7]
Magnésie............	12	8,25	8,78	14,63
Silice..............	2	15,50	—	5,48
Oxide de fer.........	16	1,50	—	4,26
Oxide de chrome......	—	—	6,57	—
Chaux...............	—	0,75	—	—
Matière non déterminée	—	—	—	1,83
Perte...............	2	—	2,18	1,55
	100	100,50	100,00	100,00

La constitution du spinelle paraît être essentiellement celle de 1 atôme magnésie, et de 6 atômes alumine. J'ai placé la

[1] Klaproth.
[2] Lowry, Jameson's Mineralogy. I, 31,
[3] Plin, Lib. XXXVII. c. IX.
[4] Collet-Descotills, Ann. de Chim. XXXIII, 11.
[5] Klaproth, Beitrage. II, 10.
[6] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXXVIII, 89.
[7] Berzelius, Afhandlingar. I, 99.

ceylanite avec cette substance, parce qu'en faisant abstraction de l'oxide de fer, qui peut n'être qu'accidentellement présent, les parties composantes de la ceylanite paraissent être les mêmes que celles du spinelle. Dans l'automolite, l'oxide de zinc semble être substitué à la magnésie. L'alumine dans ces minéraux fait-elle la fonction d'acide ?

Espèce 4. — *Saphir.*

Histoire. Les pierres qu'on appelait ordinairement pierres précieuses, se distinguèrent d'abord à raison de leur couleur. On donna les noms, savoir : de *rubis* à celles qui étaient rouges ; de *topazes* à celles qui étaient jaunes; de *saphirs* à celles de couleurs bleue, et d'*améthystes* à celles dont la couleur était pourpre. On remarqua bientôt après, cependant, que la plupart des propriétés qui donnaient le plus de prix à ces pierres se rapportaient à leur dureté; et comme celles qui étaient de la plus belle espèce venaient de l'orient, elles furent habituellement désignées parmi les autres pierres de même couleur, en ajoutant à leur dénomination l'épithète *orientale*. Les minéralogistes s'étaient accoutumés à considérer ces pierres comme des espèces distinctes, lorsque Romé de Lisle observa qu'elles se rapportaient toutes entre elles dans la forme de leurs cristaux, dans leur dureté et dans la plupart de leurs autres propriétés; et Werner fit peu de temps après la même remarque. Ces observations suffirent pour faire considérer ces pierres comme étant de la même espèce, et en conséquence, il n'en fut fait qu'une seule espèce par Romé de Lisle lui-même, par Kirwan et par plusieurs autres écrivains minéralogistes modernes. Romé de Lisle donna le nom de *rubis* à l'espèce; mais cette dénomination ayant été assignée depuis à un minéral différent, Haüy inventa le terme nouveau de *télésie;* cependant Werner et Lamétherie ont approprié à cette espèce le nom de *saphir,* ce qui a été en général adopté par les minéralogistes.

Le saphir se trouve dans les indes orientales, et spécialement dans le royaume de Pégu et dans l'île de Ceylan. Il est le plus souvent cristallisé. Les cristaux ne sont pas de grande dimension. Leur forme primitive, ainsi que Bournon l'a démontré, est un rhomboïde dont les angles sont de 86° et de 94°, et qui est, par conséquent, à-peu-près rectangulaire. Bournon a décrit au-moins huit modifications de cette forme.

On peut considérer sa forme primitive comme composée de deux pyramides trièdres unies base à base, dont les angles solides sont composés des trois angles aigues des faces. Les huit modifications de cette forme consistent : 1°. En ce que le sommet des pyramides est remplacé par une face perpendiculaire à l'axe et de dimension diverses. 2°. En ce que les bords de la base des pyramides primitives sont remplacés par des faces parallèles à l'axe, qui séparent les pyramides par un prisme hexaèdre à plans rhombes. Souvent cette modification tourne en un prisme hexaèdre régulier. 3°. En ce qu'il se fait un décroissement sur les angles applatis de la base, qui rend les pyramides hexaèdres, de manière que souvent aussi le cristal est un dodécaèdre, composé de deux pyramides hexaèdres appliquées base à base. Mais il arrive très-rarement que l'une et l'autre de ces pyramides soient complètes. Cette modification se trouve souvent combinée avec la seconde. 4°. En ce que l'angle solide au sommet est remplacé par trois faces qui deviennent quelquefois assez larges pour faire disparaître les faces du rhomboïde primitif, et convertir le cristal en un rhomboïde secondaire dont les angles des faces sont de 114° et 66°,5'. 5.° En ce que par une même sorte de décroissement plus rapide, il se produit un rhomboïde encore plus aigu, dont les faces ont des angles de 117° et 63°,6'. 6.° En ce que de semblables décroissemens, encore plus rapides, forment un troisième rhomboïde de plus en plus aigu, dont les faces ont des angles de 119°, 14' et de 60°,46'. 7°. En ce que les angles aigus qui restent sur la base des pyramides primitives éprouvent un décroissement, qui convertit le cristal en un prime hexaèdre dont les faces correspondent avec les angles solides de la base des pyramides primitives. 8°. En ce que souvent c'est une pyramide à six faces dont l'angle solide au sommet mesure 24°. Chacun des bords de la pyramide est remplacé par une facètte qui fait de la pyramide un dodécaèdre*. Les cristaux sont complets. Les surfaces planes sont souvent striées en travers. Le saphir se rencontre aussi en petits morceaux roulés.

Les couleurs du saphir sont le bleu et le rouge. Du bleu de Prusse, il passe au bleu d'indigo, au bleu d'azur, au bleu violet, au bleu de lavande, au bleu de lilas, au bleu

* Phil. Trans. 1802, p. 250.

de ciel et au vert foncé : du bleu lilas, il tourne au rouge de fleurs de pêcher, au rouge cramoisi, au rouge de cochenille, au rouge de carmin ; et aussi au rouge de rose, au blanc rougeâtre et au blanc jaunâtre : du bleu de lavande, il passe au gris de perle, au gris bleuâtre et au blanc bleuâtre. Il est très-éclatant. Son éclat est celui du verre. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Il passe du transparent au translucide. Il est à réfraction simple. Le saphir est, après le diamant, le plus dur des minéraux. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 3,916 à 4,283 [1]. Traité au chalumeau, il est infusible. Avec le borax, il se fond sans effervescence.

Espèce 5. *Corindon* [2].

Corundum de Gmelin ; *Spath adamantin* de Klaproth et de Kirwan ; *Corindon* de Haüy ; *Corivindum* de Wodward.

Histoire. Quoiqu'il paraisse que le *corindon* ait été connu du docteur Wodward, on peut cependant regarder le docteur Black comme étant celui qui le distingua le premier d'autres minéraux. En 1768, M. Berry, lapidaire à Edimbourg, en reçut une caisse qui lui fut envoyée de Madras par le docteur Anderson. Le docteur Black s'assura que les échantillons de ce minéral contenus dans la caisse différaient de toutes les autres pierres connues en Europe, et à raison de la dureté du minéral, il le nomma *spath adamantin.* Quoi qu'il en fut de ces premières observations faites relativement à ce minéral, on peut dire qu'il était à peine connu des minéralogistes d'Europe, lorsque M. Greville de Londres, dont les travaux ont si puissamment contribué aux progrès de la science de la minéralogie, parvint en 1784 à s'en procurer, de l'Inde, des échantillons qu'il distribua aux chimistes les plus distingués pour en faire l'analyse. M. Greville apprit aussi que ce minéral portait dans l'Inde le nom de corundum. On le trouve dans l'Indostan, non loin du fleuve Cavery, au sud de Madras, dans des roches granitiques d'une dureté considérable, participant de la nature de la pierre

---

[1] Lowry et Haüy.

[2] Kirwan's Min. I ; Klaproth, in beob. Berlin. VIII, 295, et Beitrage. I, 47. Greville et le comte de Bournon, Phil. Trans. 1798, p. 403. Nicholson's Journ. II, 540, et III, 5. Haüy, Journ. de Phys. XXX, 193. ; et Journ. des Min. N.° XXVIII, 262 ; et Minéral. III, 1. Brochant. I, 356. Jameson. I, 41.

elle-même [1]. Il se rencontre aussi à la Chine, dans l'île de Ceylan, à Ava, etc. Le comte de Bournon fit remarquer la ressemblance qui existe entre ce minéral et le saphir, dans une dissertation qu'il publia conjointement avec M. Greville dans les Transactions philosophiques pour 1798; et il annonça comme une chose probable que le corindon peut bien n'être qu'une variété du saphir, et que la différence qu'on remarque entre ces deux minéraux est due à l'impureté des échantillons qui en ont été jusqu'à présent apportés en Europe. Cette conjecture a été pleinement confirmée depuis par une dissertation postérieure du comte de Bournon, et par l'analyse chimique qu'en a faite Chenevix [2]. Werner subdivise ce minéral en deux sous-espèces, savoir : le *corindon* et le *spath adamantin ;* mais ces deux sous-espèces semblent n'être réellement que des variétés, ou tout au plus des sous-espèces de la même espèce. La principale différence consiste dans les couleurs. La première se trouve dans l'Inde ; la seconde en Chine.

Le corindon se rencontre en masse, en morceaux roulés et cristallisés. Ses cristaux sont de même forme que ceux du saphir. Sa couleur se compose de différentes nuances de vert, de bleu, de rouge et de brun. Sa surface est raboteuse. A l'extérieur il est mat; à l'intérieur il est éclatant; son éclat est celui du verre ; sa cassure est lamelleuse. Le clivage est quadruple. Les fragmens sont rhomboïdaux. Il est translucide. Il raie le quartz. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,70 [3] à 4,180 [4].

ESPÈCE 6. *Émeril* [5].

Ce minéral est apporté en Angleterre de l'île de Naxos où il faut qu'il existe en grande abondance. On le trouve aussi en Allemagne, en Italie et en Espagne. Il se rencontre toujours en masses informes et mêlé avec d'autres minéraux. Ce minéral a été habituellement considéré comme une mine de fer, parce que toujours il contient l'oxide de ce métal. Sa couleur tient le milieu entre le noir grisâtre et le gris bleuâtre.

---

[1] Garrow et Greville, Nicholson's Journ. II, 540.
[2] Phil. Trans. 1802, p. 233.
[3] Klaproth.
[4] Greville, Nicholson's Jour. III, 11.
[5] Jameson. I, 89.

Il est peu éclatant, c'est l'éclat du diamant. Sa cassure est inégale à petits grains, quelquefois esquilleuse. Les fragmens sont à bords obtus ; il est quelquefois en concrétions distinctes à grains fins. Il est opaque. Il cède à peine à l'action de la lime. Il se rompt difficilement. Sa pesanteur spécifique de 4 environ. On fait un grand usage de ce minéral pour polir les corps durs.

La table qui suit présente la composition de ces trois derniers minéraux, d'après les meilleures analyses qui en aient été faites jusqu'à présent.

	Saphir.			Corindon.						Emeril.	
	1	2	2	3	3	4	4	4	5	6	7
Alumine	98,5	92	90	89,5	84	86,50	86,5	91	81,75	86	53,83
Silice	—	5,25	7	5,5	6,5	5,25	7	5,	12,125	3	12,66
Oxide de fer	1	1	1,2	1,25	7,5	6,50	4	1,5	—	4	24,66
Oxide de titane	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
Chaux	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,66
Eau	—	—	—	—	—	—	—	—	0,937	—	—
Perte	0,5	1,75	1,8	3,75	2	1,75	2,5	2,5	1,188	7	7,19
	100,0	100,00	100,0	100,0	100,0	100,00	100,0	100,0	100,000	100	100,00

[1] Klaproth, Beitrage. I, 88.
[2] Chenevix, Phil. Trans. 1802. Le premier échantillon était bleu, le second rouge.
[3] Klaproth, Beitrage. I, 73 et 77. Le premier échantillon venait de Chine, le second de l'Inde.
[4] Chenevix, Phil. Trans. 1802. Le premier échantillon venait de Chine, le second de Malabar, le troisième du Carnatique.
[5] Grégor. L'échantillon venait du Thibet.
[6] Tennant, Phil. Trans., 1802, p. 400.
[7] Vauquelin, Tableau Comparatif de Haüy, p. 155.

Il paraîtrait, d'après cette table, que la composition du saphir, du corindon et de l'émeril est essentiellement la même. Le saphir est presque à l'état de pureté; mais les deux autres minéraux sont plus ou moins salis par quelque mélange de corps étrangers. Le saphir, en le supposant pur, consisterait, entièrement, suivant toute probabilité, en alumine. L'échantillon examiné par Klaproth ne contenait d'autre corps étranger qu'un pour cent de fer. En prenant cette analyse pour type de pureté, et en comparant les autres avec elle, nous pourrons reconnaître jusqu'à quel point les autres échantillons étaient souillés par des substances étrangères.

ESPÈCE 7. *Chrysobéril*[1].

Cymophane de Haüy.

Cette pierre n'a encore été trouvée jusqu'ici qu'au Brésil, dans l'île de Ceylan, dans le Connecticut, dans l'Amérique septentrionale. Werner est le premier qui en ait fait une espèce distincte, en lui donnant le nom qu'elle porte aujourd'hui. Le chrysobéril se rencontre ordinairement en masses arrondies de la grosseur d'un pois; mais on le trouve aussi quelquefois cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme à 4 faces rectangulaires, dont la hauteur est à la largeur comme $\sqrt{3} : 1$, et à son épaisseur comme $\sqrt{2} : 1$. La variété la plus commune de ces cristaux est un prisme à 8 pans, terminé par des sommets à 6 faces. Deux des faces du prisme sont hexagones, deux sont des rectangles, et quatre sont des trapèzes. Deux des faces des sommets sont des rectangles et les quatre autres des trapèzes. Quelquefois deux des bords du prisme manquent, et sont remplacés par des facettes[2].

La couleur du chrysobéril est le vert d'asperge, passant tantôt au blanc verdâtre, et tantôt au gris jaunâtre. L'éclat extérieur des cristaux est l'éclatant; à l'intérieur le chrysobéril est très-éclatant, et l'éclat est vitreux. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Il est demi-transparent, il raie le quartz et le beril. Il est

---

[1] Kirwan. I, 262. Brochant. I, 157. Haüy. II, 491; et Jameson. I, 44.

[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XXI.

aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique, d'après mes essais, est 3,733. Il est infusible au chalumeau.

Klaproth a obtenu de l'analyse du chrysobéril, savoir :

Alumine	71,5
Silice	18,0
Chaux	6,0
Oxide de fer	1,5
Perte	3
	100,0

J'ai analysé, il y a quelques années, ce minéral; mais ayant perdu par accident les résultats de cette analyse, je ne peux les donner ici. Je ne trouvai pour ses parties constituantes que l'alumine, la silice et l'oxide de fer. Je n'avais pas pour objet de rechercher la chaux. Ce minéral paraît être un composé de 4 atômes d'alumine et 1 atôme silice.

IV. FAMILLE SCHORL.

Cette famille renferme 8 espèces, savoir : *la topaze*, *la schorlite*, *la pyrophysalite*, *l'euclase*, *l'émeraude*, *l'iolite*, *le schorl*, et *la fibrolite*. Famille Schor

Espèce. 1.re — *Topaze*[1].

Rubis occidental, Topaze et Saphir.

Haüy a restreint le nom de *topaze* aux pierres appelées par les minéralogistes, rubis occidental, topaze et saphir. Ces pierres, à raison du rapport qu'elles ont entre elles dans leur cristallisation et dans la plupart de leurs propriétés, furent rangées en une seule espèce par Romé de Lisle. Le nom de *topaze* dérive de celui d'une île de la mer Rouge[2], où les anciens trouvaient ordinairement les pierres qu'ils appelaient ainsi; ils appliquèrent cette dénomination à un minéral très-différent des nôtres; et ils donnaient le nom de *chrysolite* à une variété de notre topaze.

On trouve la topaze mêlée avec d'autres minéraux dans

---

[1] Kirwan's Miner. I, 254. Pott, Mem. Berl. 1747, p. 46. Margraff, *ibid.* 1776, p. 73 et 160. Henkel, Act. acad. nat. cur. IV, 316. Biochant. I, 212. Jameson, I, 48.

[2] Cette île tire son nom du mot τοπάζειν, *chercher*, parce qu'à raison des brouillards qui l'entourent, souvent elle est difficile à trouver. Plin. Lib. XXXVII, c. VIII.

des roches granitiques, en Saxe, en Bohême, en Sibérie, au Brésil, en Écosse, dans le Cornouaille, et dans la Nouvelle-Hollande.

Elle est le plus ordinairement cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre composé de deux pyramides à base rectangle, et appliquées base à base; mais elle se rencontre le plus communément en prismes octaèdres dont les terminaisons sont un peu compliquées. Je renvoie, pour la description des cristaux, à Haüy.

La couleur de la topaze est le jaune de vin. Cette couleur passe du jaune de vin pâle au blanc jaunâtre, au blanc verdâtre, au vert de montagne, au bleu de ciel. Du jaune de vin foncé, elle passe au rouge de chair et au rouge cramoisi. Son éclat est le très éclatant, et cet éclat est vitreux. Sa cassure en travers est parfaitement lamelleuse, à lames droites. Celle en longueur est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus, quelquefois en plaques et de forme esquilleuse. Elle est souvent transparente, quelquefois translucide. Elle raye le quartz; mais elle est rayée par le spinelle. Elle est très-frangible; elle produit une réfraction double Sa pesanteur spécifique est de 3,464 à 3,641 [1]. Les topazes de Sibérie et du Brésil deviennent électriques par la chaleur. Elles donnent d'un côté l'électricité vitrée, et de l'autre l'électricité résineuse [2]. La topaze jaune du Brésil, chauffée dans un creuset à un feu capable de le faire rougir, prend une couleur rouge. La topaze de Saxe, traitée de la même manière, blanchit entièrement, ce qui nous fait voir que la matière colorante de ces deux pierres n'est pas la même.

ESPÈCE 2. — *Schorlite* [3].

Béril schorliforme de Werner; *Leucolite* de Daubenton; *Pycnite* de Haüy.

Cette pierre, qui reçut son nom de Klaproth, se rencontre généralement en masses oblongues qui lorsqu'elles sont régulières, sont des prismes à six faces insérés dans du granit. On la trouve à Altemberg en Saxe, dans une roche primitive

---

[1] Werner et Lowry.
[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 287.
[3] Brochant. I, 224. Haüy. III, 236. Jameson. I, 58. Buchols, Gehlen's, Journ. II, 15.

et aussi dans d'autres lieux. On en peut obtenir, par une division mécanique faite avec soin sur de plus grands échantillons, des petits prismes à quatre faces dont les bases sont des rhombes à angles de 120° et de 60°. C'est cette dernière forme de cristaux que Bucholz considère comme étant la forme primitive de la schorlite. Les cristaux sont ordinairement grands. Cristaux.

La couleur de la schorlite est le blanc de nuances diverses, passant tantôt, par le blanc grisâtre et le blanc jaunâtre, au jaune paille, et tantôt, par le blanc rougeâtre, au rouge de fleurs de pêcher et même au rouge cramoisi. Il y en a quelques échantillons qui sont tachetés de bleu et de violet. La schorlite est éclatante; son éclat est résineux. Sa cassure en travers est imparfaitement lamelleuse, sa cassure en longueur est imparfaitement conchoïde. Cette pierre se présente en concrétions distinctes, prismatiques, minces, chargées de stries longitudinales. Ce minéral est translucide, et médiocrement dur. Il est aigre et très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 3,503 et 3,530 [1].

Espèce 3. — *Pyrophysalite.*

Ce minéral fut découvert par l'assesseur Gahn, à Finbo, à trois quarts d'un mille suédois de Fahlun dans la Dalécarlie. Il s'y trouve en couche dans du gneiss. Ce furent Hysinger et Berzelius qui les premiers publièrent, en 1806 [2], un exposé sur ce minéral. La description qu'en a donnée Hysinger, est à-peu-près comme suit.

La couleur est blanche, quelquefois avec une nuance de vert. Il est ordinairement en morceaux irréguliers, se rapprochant quelquefois de la forme d'un rhomboïde. Cassure lamelleuse. Clivage paraissant être triple; mais deux de ces clivages qui sont parallèles aux faces du rhomboïde sont très-indistincts; tandis que le troisième, parallèle à l'axe du rhomboïde, est très-bien déterminé. Fragmens indéterminés à bords aigus. Translucide sur les bords. Ce minéral raye facilement le verre, mais il est rayé par le quartz. Il est difficilement frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,451. La poudre de ce minéral étant chauffée, est légèrement phosphorescente. Il se fond à peine au chalumeau, mais il blanchit et devient opaque, et sa surface se couvre de bulles qui

[1] Bucholz.
[2] Afhandlingar. I, 111.

brûlent, lorsque la chaleur est continuée. Avec le sous-borate de soude, il se fond en un verre transparent incolore. Avec la soude, il fait effervescence et forme une masse poreuse.

Haüy considère les trois minéraux qui précèdent comme ne formant pas des espèces distinctes, mais seulement des variétés. Nous pouvons hésiter à adopter cette opinion en considérant leurs propriétés et leur composition, d'après la table qui suit :

	Topaze.					Pyrophysalite	Schorlite.			
	[1]	[1]	[2]	[3]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Alumine	59	47,5	48	58,38	57,45	57,74	48	49,5	52,6	51
Silice.	35	44,5	30	34,01	34,24	34,36	34	43	36,8	38,43
Acide fluorique.	5	7,0	18	7,79	7,75	7,77	17	4	5,8	8,84
Chaux.	—	—	—	—	—	—	—	—	3,3	—
Oxide de fer...	Trace.	0,5	2	—	—	—	1	1	—	—
Eau.	—	—	—	—	—	—	—	1	1,5	—
Perte.	1	0,5	2	—	0,56	0,13	—	1,5	—	1,73
	100	100,0	100	100,18	100,00	100,00	100	1000,0	100,0	100,00

[1] Klaproth, Gehlen's. Journ., III, 592.

[1] *Ibid.* Le premier échantillon était une topaze de Saxe, le second une topaze du Brésil.

[2] Vauquelin, Gehlen's Journ. V, 481. Vauquelin analysa quatre échantillons de topaze, une de Saxe, une de Sibérie et deux du Brésil Mais les résultats coïncident tellement que je n'en ai présenté qu'un seul, celui de la topaze de Sibérie.

[3] Berzelius, Afhandlingar. IV, 236.

[3] *Ibid.* Le premier échantillon était une topaze du Brésil, le second une topaze de Saxe.

[4] Berzelius. *Ibid.*

[5] Bucholz, Gehlen's Journ. II, 38.

[6] Klaproth. *Ibid* 2.e série. V, 213.

[7] Vauquelin, Journ. de Phys. LXII, 274.

[8] Berzelius, Afhandlingar. IV, 251.

Nous voyons, par l'analyse de Berzelius, que la composition de la topaze et celle de la pyrophysalite sont absolument les mêmes. La schorlite contient moins d'alumine et plus de silice, ainsi que d'acide fluorique. Il n'est pas aisé de se former une idée exacte de la composition de ces minéraux. Berzelius considère la schorlite comme $AFl + 3AS$; de sorte que c'est un composé de 1 atôme de fluate d'alumine et de 3 atômes de silicate d'alumine; tandis que la topaze et la pyrophysalite sont suivant lui comme $A^2Fl + 3AS$, c'est-à-dire un composé de 1 atôme de sous-fluate d'alumine et 3 atômes de silicate d'alumine. Mais les nombres que nous avons adoptés pour le poids des atômes des parties constituantes de la topaze ne s'accordent point avec cette opinion. L'analyse de Berzelius indique 1 atôme d'acide fluorique, 4,5 atômes de silice, et 7,5 atômes d'alumine. Les acides dans la topaze sont probablement les acides fluosilicique et silicique. Je soupçonne que c'est un composé de 1 atôme sous-fluosilicate d'alumine et de 3 atômes de sous-silicate de cette même terre, de manière que son symbole sera $A^2FLls + 3A^2S$.

Espèce 4. — *L'Euclase*[1].

Cette pierre, qui avait été rapportée du Pérou par Dombey, et qu'on trouva depuis au Brésil, fut confondue d'abord avec l'émeraude, à raison de sa couleur verte. On la rencontre toujours cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est le prisme droit à bases rectangles; mais elle se présente le plus communément sous la forme de prismes à quatre faces obliques, dont les bords sont diversement tronqués. Les cristaux sont striés en longueur.

La couleur de l'euclase est le vert de montagne. Elle est très-éclatante, son éclat est vitreux. Sa cassure en longueur est lamelleuse, à clivage double; sa cassure en travers est conchoïde. Elle donne une réfraction double. Elle raye le quartz. Elle est très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est 2,907[2]. Elle se fond au chalumeau en un

[1] Brochant. II, 508. Haüy. II, 531. Jameson. I, 64.

[2] Lowry.

émail blanc. Ce minéral, dont Vauquelin fit une analyse imparfaite, se trouve composé de

Silice	36
Alumine	23
Glucine	15
Oxide de fer	5
Perte	21
	100

Cette analyse n'est pas assez exacte pour qu'il nous soit possible de déterminer la constitution de l'euclase. Sa densité suffit pour nous faire voir qu'elle diffère spécifiquement de l'émeraude.

Espèce 5. — *Emeraude.*

Cette espèce se divise en deux sous-espèces, qui sont l'*Emeraude* et le *Béril.*

Sous-Espèce 1.re — *Emeraude* [1].

Ce minéral nous vient principalement du Pérou. On en a rapporté aussi quelques échantillons d'Egypte, et Dolomieu l'a trouvé dans le granit de l'île d'Elbe. L'émeraude ne s'est encore rencontrée jusqu'à présent qu'à l'état de cristaux. Leur forme primitive est un prisme hexaèdre régulier. La molécule intégrante est un prisme triangulaire dont les pans sont des quarrés et dont les bases sont des triangles équilatéraux [2]. La variété la plus commune de ses cristaux est le prisme hexaèdre régulier, tronqué quelquefois, ou sur les bords droits du prisme, ou sur les bases, ou sur les angles solides. Plusieurs de ces modifications se trouvent souvent réunies dans le même cristal [3].

Cristaux.

Les cristaux de l'émeraude sont petits. La surface des pans latéraux est lisse; celle des pans terminaux est raboteuse. La couleur de l'émeraude est un vert pur susceptible de tous les degrés d'intensité, et qui a reçu le nom de vert d'émeraude. Son éclat varie du très-éclatant à l'éclatant; cet éclat est vitreux. Sa cassure est imparfaitement conchoïde : elle est

---

[1] Kirwan. I, 247 et 248. Dolomieu, Mag. encycl. II, 17 et 145; Journ. des Min. N.° XVIII, 19. Klaproth's Beitrage. II, 12. Brochant. I, 217. Haüy. II, 516. Jameson. I, 67.

[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XIX, 72.

[3] Romé de Lisle. II, 245; et Haüy, *ibid.*

aussi quelquefois lamelleuse en travers. Son clivage est quadruple. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est transparente ou translucide. Elle produit une réfraction double. Ce minéral raie difficilement le quartz. Sa pesanteur spécifique varie de 2,600[1] à 2,7755[2].

Sous-Espèce 2. — *Béril.*

Ce minéral se trouve dans diverses parties du monde, et spécialement en Sibérie. Il est implanté dans des roches primitives et dans des filons de montagnes de première formation. Il se présente cristallisé sous la même forme que l'émeraude. Ses cristaux sont longs; ils ont leurs faces latérales striées en longueur, et leurs faces terminales sont lisses.

La couleur la plus ordinaire du béril est le vert : du vert de montagne il passe au vert pomme, au vert d'asperge, au vert d'olive, au jaune de miel et aussi au bleu d'azur et au bleu de ciel. Les couleurs sont ordinairement pâles. Il est éclatant. C'est l'éclat du verre. Sa cassure en travers tient le milieu entre la cassure inégale et celle imparfaitement conchoïde. La cassure en longueur est lamelleuse avec clivage quadruple; les fragmens sont à bords aigus. Lorsque le béril se présente en masse, il consiste dans des concrétions distinctes prismatiques. Il est transparent, quelquefois translucide seulement, et alors il présente des déchirures en travers. Il produit une double réfraction. Il est à-peu-près aussi dur que la topaze. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 2,650 à 2,759[3].

Ces deux minéraux deviennent électriques par frottement, ce que ne produit pas sur eux la chaleur. Projetés en poudre sur un fer chaud, ils ne donnent point de lueur phosphorique[4]. A 150° de Wedgewood ils se fondent en une masse colorée opaque. Suivant Dolomieu, ils sont fusibles au chalumeau sans addition[5].

La table qui suit présente la composition de cette espèce,

---

[1] Werner.
[2] Haüy.
[3] Werner.
[4] Dolomieu, Journ. des Min. N.° XVIII, 19.
[5] *Ibid.*

d'après les analyses les plus exactes qui aient été faites jusqu'à présent.

	Emeraude.		Beril.		
Silice	64,5 [1]	68,50 [2]	68 [3]	66,45 [4]	68,35
Alumine	16	15,75	15	16,75	17,60
Glucine	13	12,50	14	15,50	13,13
Oxide de chrome	3,25	0,30	—	—	—
Oxide de fer	—	1,00	1	0,6	0,72
Oxide de tantale	—	—	—	—	0,27
Chaux	1,6	0,25	2	—	—
Eau	2	—	—	—	—
Perte	—	1,70	—	0,7	—
	100,35	100,00	100	100,00	100,07

Il résulte de ces analyses que les parties constituantes de l'émeraude et du béril sont exactement les mêmes et que les seuls composans essentiels sont la silice, l'alumine et la glucine. C'est donc un double silicate paraissant être composé de 1 atôme de bisilicate de glucine et de 2 atômes de silicate d'alumine. Le chrome est la matière colorante de l'émeraude, et celle du béril est le fer.

Espèce 6. — *Iolite* [6].

Dichroite de Cordier; *Cordierite* de Lucas.

Ce minéral fut apporté en France de Grenade en Espagne, où ils se trouve en deux endroits différens, suivant toute apparence, dans des roches de trapp stratiforme. On l'a rencontré dernièrement à Arendal en Norwège dans du trapp primitif. La forme de ces cristaux n'ayant pas été déterminée, nous ne pouvons pas avec certitude le considérer comme étant une espèce particulière. Cependant je l'ai placé ici pro-

---

[1] Vauquelin, Journ. des Min. N.º XXXVIII, 98.
[2] Klaproth, Beitrage. III, 226.
[3] Vauquelin, Journ. des Min. N.º XLIII, 563.
[4] Klaproth, Beitrage. III, 219.
[5] Berzelius, Afhandlingar. IV, 192.
[6] Jameson. I, 78. Lucas. II, 219.

visoirement. Cela peut contribuer à attirer l'attention des minéralogistes sur cette substance.

Sa couleur est le bleu violet, tournant au noirâtre. Lorsque le cristal est vu dans la direction de son axe, sa couleur est le bleu violet; mais elle est jaune brunâtre quand le rayon visuel est perpendiculaire à ce même axe. Il cristallise fréquemment en prismes à six pans équilatéraux à surfaces raboteuses. Il est éclatant, d'un éclat vitreux. Sa cassure est ordinairement à petits grains inégaux ; quelquefois elle est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont angulaires aigus. Sa pesanteur spécifique est de 2,560 [1]. Sa transparence alterne du translucide à l'opaque. Il raye difficilement le quartz. Il est aisément frangible. Les parties constituantes de l'iodite sont, d'après l'analyse du docteur Léopold Gmelin, de

Silice..................	42,6
Alumine.................	34,4
Magnésie................	5,8
Chaux...................	1,7
Protoxide de fer........	15,0
Oxide de manganèse......	1,7
	101,2 [2]

ESPÈCE 7. — *Schrol* [3].

Tourmaline de Haüy.

On prétend que le mot *schorl* dérive du nom du village de Schorlaw, en Saxe, où le minéral qu'on appela originairement ainsi fut observé pour la première fois [4].

Il n'est aucun terme qui ait été employé par les minéralogistes avec moins de limitation que celui *schorl*. Il fut introduit pour la première fois en minérolagie par Cronstedt, pour dénoter toute pierre quelconque de forme colonnaire d'une dureté considérable et d'une pesanteur spécifique de 3 à 3,4. Cette description s'applique à un très-grand nombre de pierres; et quoique, depuis Cronstedt, la signification du mot schorl eût été restreinte par les minéralogistes, elle Histoire:

[1] Cordier.
[2] Schweigger's Journ. XIV, 316.
[3] Kirwan. I, 265. Haüy. III, 31. Brochant. I, 226. Jameson. I, 80.
[4] Jameson's Mineralogy. I, 124, 1.ere édition.

était cependant restée encore assez générale pour comprendre la désignation de presque vingt espèces distinctes de minéraux. Werner fut le premier qui donna une définition précise du mot *schorl*, et qui en borna l'application à une seule espèce de pierres. Ce minéral se rencontre ordinairement dans le granit, dans les gneiss et les autres roches primitives. On le trouve souvent en masse, mais il est très-fréquemment cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un rhomboïde obtus, dont l'angle solide au sommet est de 139°, ayant des faces rhombes avec angles de 114° 12′ et 65° 48′. Mais le schorl se présente ordinairement sous la forme de prismes à trois, six, huit, neuf ou douze faces, terminés par des sommets à quatre ou cinq faces diversement tronquées [1]. Souvent les faces des cristaux sont convexes.

Werner divise cette espèce en deux sous-espèces qui se distinguent particulièrement par leur couleur et leur gissement. Cette subdivision est convenable en ce qu'elle rend la description plus courte, spécialement dans cette branche de la minéralogie que Werner a distinguée par le nom de *géognosie*.

Sous-Espèce 1.re — *Schorl commun.*

La couleur de ce schorl est toujours le noir parfait ou de velours. On le trouve en masse, disséminé et cristallisé. Ses cristaux sont des prismes à trois faces dont les bords latéraux sont tronqués, et qui se terminent quelquefois par une pyramide. Les cristaux sont le plus ordinairement aciculaires. L'éclat de ce minéral est le peu éclatant; c'est l'éclat du verre. Sa cassure tient le milieu entre la cassure imparfaitement conchoïde et celle inégale à petits grains. Le schorl commun est ordinairement opaque. Il se présente souvent en concrétions distinctes, prismatiques, minces. Il donne une raclure grise. Sa dureté est inférieure à celle du quartz. Sa pesanteur spécifique varie de 3,054 à 3,092. Chauffé au rouge, sa couleur devient d'un rouge brunâtre; et à 127° de Wedgewood, il se convertit en un émail brunâtre compacte [2].

Le schorl commun est souvent rendu électrique par la cha-

---

[1] Haüy, Minér. III, 34. Bournon, Phil. Trans. 1802, p. 313.
[2] Kirwan's Mineral. I, 166.

leur, précisément de la même manière que la sous-espèce dont nous allons parler. Mais quelquefois cet effet n'a pas lieu à raison des particules de fer qu'il contient[1].

Sous-Espèce 2. — *Tourmaline*[2].

Cette pierre fut connue pour la première fois en Europe par un échantillon qui y fut apporté de l'île de Ceylan; mais on la trouve fréquemment aujourd'hui dans la composition des montagnes primitives. Ce minéral se rencontre quelquefois en morceaux amorphes, mais il se présente beaucoup plus fréquemment cristallisé en prismes à trois ou à neuf faces avec sommets tétraèdres.

Les couleurs principales de cette seconde sous-espèce sont le vert et le brun. Ces couleurs passent du vert poireau au vert pistache et au vert olive. Elles passent tantôt aussi au brun de foie, au brun jaunâtre, au brun rougeâtre; au rouge d'hyacinthe et au cramoisi; au violet, à l'azur, au bleu de Prusse et au bleu indigo. Ce minéral est ordinairement cristallisé. Ses cristaux sont des prismes à trois, six ou neuf faces diversement tronquées. Les faces latérales sont ordinairement striées dans la longueur. Son éclat intérieur est le très-éclatant, c'est celui du verre. Sa cassure en longueur est parfaitement conchoïde. En travers elle tend à la cassure lamelleuse. Il est quelquefois transparent, souvent opaque. Il est dur, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 3,0704[3] à 3,155[4].

A la chaleur de 94° centig., ce minéral devient électrique. Il donne à l'un de ses sommets l'électricité résineuse, et à l'autre l'électricité vitrée[5]. Il rougit lorsqu'il est chauffé; traité au chalumeau, sans addition, il se fond en bouillonnant, et se convertit en un émail blanc ou gris.

---

[1] Haüy. III, 56.

[2] Kirwan. I, 271. Bergman. II, 118; et V, 402. Gerhard, Mém. Berl. 1777, p. 14. Haüy, Mém. Par. 1784, p. 270. Wilson, Phil. Trans. XLI, 308. AEpinus, Recueil sur la tourmaline. *Voyez* aussi la Poterie, le saphir, l'œil de chat et la tourmaline de Ceylan démasqués. Brochant. I, 228. William Watson a fait voir que le lyncurium des anciens, tel que le décrit Théophraste, devait être la tourmaline. Phil. Trans. 1759, p. 394.

[3] Haüy.

[4] Werner.

[5] AEpinus.

Le minéral trouvé en Sibérie, auquel Lermina a donné le nom de *sibérite*, et Lamétherie celui de *daourite*, peut être considéré comme n'étant qu'une simple variété du *schorl*. La *rubellite* aussi est un schorl rouge.

La table qui suit présente les résultats des expériences les plus exactes qui aient été faites jusqu'à présent pour déterminer la composition de ce minéral.

	1	2	3	3	4	5	5	6	6
Silice	36,50	35,125	36,50	36,75	40	43,50	42	42	45
Alumine	33,75	31,500	31,00	34,50	39	42,25	40	40	30
Magnésie	6,08	5,938	1,25	0,25	—	—	—	—	—
Oxide de fer	8,00	6,125	23,50	21,00	12,50	—	—	—	—
Oxide de manganèse	Trace.	Trace.	Trace.	Trace.	2,00	1,50	7	7	13
Chaux	0,25	0,062	—	—	3,84	0,10	—	—	—
Potasse	—	—	5,50	6,00	—	—	—	—	—
Soude	—	—	—	—	—	9,00	10	10	10
Eau	1,50	2,000	—	—	—	1,25	—	—	—
Perte	13,92	19,250	2,25	1,50	2,66	2,40	1	1	2
	100,00	100,000	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100	100

[1] Bucholz, Schweigger's Journ., III, 34. Schorl noir du Saint-Gothard.

[2] Bucholz. *Ibid.* Un autre schorl noir du Saint-Gothard.

[3] Klaproth, Beitrage. V, 148.

[3] *Ibid.* Le premier échantillon était d'Eibenstock, le deuxième de Spessart.

[4] Vauquelin, Haüy, III. 33.

[5] Klaproth, Beitrage. V, 90.

[5] *Ibid.* Le premier échantillon était un schorl rouge venant de Roschna; le second, de Sibérie.

[6] Vauquelin, Gehlen's Journal. V, 489.

[6] *Ibid.* Les deux échantillons étaient de la tourmaline rouge de Sibérie; le premier était transparent et le second, noirâtre.

Il paraîtrait, d'après ces analyses, qu'il existe une distinction marquée entre la composition de la rubellite et les autres variétés de schorl. La rubellite ne contient pas de fer, mais une quantité notable de manganèse et de soude, qui, l'un et l'autre manquent dans le schorl. La grande perte que Bucholz éprouva dans ses analyses, quoique faites avec grand soin, et après les analyses de Klaproth et Vauquelin, rend la composition du schorl douteuse. Si la perte était attribuée à la potasse, il ne serait pas invraisemblable que le symbole pour le schorl fût $f^2 S + 2p^2 S + 3 Al^2 S$, tandis que le symbole pour la rubellite est $mg S + 2 Sod. S + 12 Al S$. Mais ces conclusions ne sont guères que conjecturales.

Espèce 8. — *La Fibrolite* [1].

Ce minéral fut observé pour la première fois par Bournon dans la matrice du corindon imparfait. Sa couleur est le blanc ou le gris sale. Sa dureté surpasse celle du quartz. Sa pesanteur spécifique est 3,214. Il est à texture fibreuse. Sa cassure en travers est compacte; les fragmens sont ordinairement indéterminés. A l'intérieur il est lustré. Il est infusible au chalumeau. Bournon remarqua un échantillon de ce minéral cristallisé en un prisme rhomboïdal, dont les angles des faces étaient de 80° et de 100°. La fibrolite est composée, suivant Chenevix, de

58,25	Alumine.
38,00	Silice.
3,75	Trace de fer et perte.
100,00 [2].	

V. FAMILLE EPIDOTE.

Cette famille ne se compose que de quatre espèces, savoir : l'*épidote*, la *zoisite*, l'*anthophyllite* et l'*axinite*. Si les deux premières de ces espèces ne sont que des variétés de la même espèce, comme cela semble être ainsi, alors cette famille se réduirait à trois espèces. Famille Epidote.

[1] Bournon, Phil. Trans. 1802, p. 289.

[2] *Ibid.* p. 335.

ESPÈCE 1re. — *Épidote*[1].

Delphinite de Saussure; *Pistacite* de Werner; *Thallite* de Lamétherie; *Acanticone*, *Arendate* de Dandrada.

Ce minéral, qui se rencontre dans les fentes des montagnes, fut observé pour la première fois dans le Dauphiné. On l'a trouvé depuis en Allemagne, en Norwège, en Écosse et dans d'autres pays.

Cristaux. Il se présente en masse et cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit dont les bases sont des parallélogrammes obliquangles, ayant leurs angles de 114°,37' et de 65°,23'[2]. La variété la plus ordinaire de ses cristaux est un prisme à 4 pans alongés (souvent applatis), terminé par des pyramides tétraèdres incomplètes. Quelquefois il est sous la forme de prisme droit hexaèdre régulier[3]. Les cristaux sont souvent très-déliés et chargés de stries longitudinales. Il est éclatant à l'intérieur; sa cassure est tantôt lamelleuse et tantôt diversement rayonnée. Les fragmens sont tantôt cunéiformes et tantôt esquilleux. Ce minéral se rencontre en concrétions distinctes grenues à gros grains. Il est translucide et quelquefois transparent. Il est dur et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 3,407 à 3,46. Sa poussière est de couleur blanche ou vert jaunâtre. Elle est sèche au toucher. L'épidote ne devient point électrique par la chaleur; au chalumeau il écume et se fond en une scorie noire. Avec le borax il se fond en un globule verdâtre[4].

ESPÈCE 2. — *Zoisite*[5].

Ce minéral a été dernièrement introduit dans le système de Werner, qui lui a donné le nom qu'elle porte de celui du baron Von Zois, qui l'a découvert. Il se rencontre dans les montagnes primitives. On l'a trouvé en Carinthie et dans le Baireuth, et aussi dans le comté d'Aberdeen, en Ecosse. Haüy le considéra comme étant une variété d'épidote.

Sa couleur est le gris jaunâtre, quelquefois le gris de

---

[1] Brochant. I, 510. Haüy. III, 102. Jameson. I, 92.

[2] Haüy, Journ. des Min. XXVIII, 271.

[3] Romé de Lisle, Cristall. II, 401; et Haüy, Journ. des Min. N.° XXX, 415.

[4] Haüy et Descotils, Journ. des Min. N° XXX, 415.

[5] Jameson. II, 597.

fumée. Il se présente en masse et cristallisé en prismes tétraèdres très-obliques, ayant leurs angles obtus arrondis. Ses cristaux sont striés longitudinalement. Son éclat intérieur est l'éclatant, inclinant à l'éclat nacré. Sa cassure est lamelleuse; et lorsqu'il est en masse, sa cassure tend à la cassure rayonnée. On n'a encore reconnu dans la zoisite qu'un simple clivage qui a lieu parallélement à la plus courte diagonale du prisme. Elle manifeste de la tendance à la forme de concrétions distinctes scapiformes minces. Elle est translucide. Sa pesanteur spécifique est de 3,315 [1].

La table qui suit présente les résultats des expériences qui ont été faites jusqu'à présent pour déterminer la composition de ces minéraux.

	Epidote.			Zoisite.			
Silice	37 [2]	37 [3]	37 [4]	45 [1]	47,5 [5]	40,25 [6]	44,0 [7]
Alumine. . .	27	21	26,6	29	29,5	30,25	32,0
Chaux. . . .	14	15	20	21	17,5	22,50	20,0
Oxide de fer.	17	24	13	3	4,5	4,50	2,5
Oxide de manganèse. . .	1,5	1,5	0,6	—	—	—	Trace
Humidité. . .	—	—	1,8	—	0,75	2,00	—
Perte.	3,5	1,5	1	2	0,25	0,50	1,5
	100,0	100,0	100,0	100	100,0	100,00	100,0

Il paraît que les échantillons d'épidote étaient purs; car les résultats dans la table ci-dessus, se rapprochent de très-près, excepté dans l'oxide de fer, qui probablement est souvent mêlé avec d'autres minéraux. Berzelius considère l'épidote comme $CS + 2fS + AS$ ou un composé de 1 atôme de silicate de chaux, 2 atômes silicate de fer et 3 atômes

[1] Klaproth, Gehlen's Journ. Second series. I, 195.
[2] Descotils, Journ. des Min. N.° XXX, 420.
[3] Vauquelin, Haüy. III, 104.
[4] Laugier, Ann. de Chim. LXIX, 320.
[5] Klaproth Gehlen's Journ. Second series. I, 197.
[6] Bucholz, *ibid.*, p. 201.
[7] Klaproth, Beitrage. V, 43. L'échantillon était de zoisite friable.

silicate d'alumine. La zoisite est probablement l'épidote mêlé avec une certaine quantité de matière étrangère.

Espèce 3. — *Anthophyllite*[1].

Ce minéral fut observé pour la première fois à Kongsberg, en Norwège, et décrit par Schumacher. Sa couleur est le brun de cheveu clair, passant au brun de cloux de girofle. Il est en masse. On le rencontre aussi en prismes hexaèdres minces applatis, striés en longueur, et dont les extrémités manquent. Il est très-éclatant, de l'éclat du diamant. Sa cassure est fibreuse à fibres droites. Les fragmens se rapprochent de prismes tétraèdres. Ce minéral se présente en concrétions distinctes grenues. Les cristaux sont transparens; les morceaux en masse sont translucides sur les bords. Sa raclure est blanche. Il est demi-dur et singulièrement aigre. Sa pesanteur spécifique est de 3,156. La poussière de ce minéral est blanche avec une teinte de jaune. En le soumettant dans un creuset à une température de 32 degrés de Wedgewood, il devient opaque et d'un brun de cloux de girofle foncé; mais il n'éprouve point d'altération dans ses autres qualités. Il est infusible au chalumeau sans addition; mais avec le borax, il se fond en un globule vert gazon transparent. Avec le sel microcosmique, il se fond en un grain de couleur vert d'huile. Avec l'alcali fixe, il se fond très-promptement.

Ce minéral est composé, d'après l'analyse de John, de

Silice	56
Alumine	13,30
Magnésie	14
Chaux	3,33
Oxide de fer	6
Oxide de manganèse	3,00
Eau	1,43
Perte	2,94
	100,00[2]

[1] Karsten et John, Gehlen's Journ. Second Series. II, 496. De Lamétherie, Journ. de Phys. LXIX, 356. Jamson. II, 42.

[2] Chem. Untersuchungen. I, 200.

ESPÈCE 4. — *Axinite* [1].

L'*Yanolithe* de Lamétherie ; l'*Axinite* de Haüy ; la *Pierre de thum* ou le *Thumerstein* des Allemands.

Cette pierre fut décrite pour la première fois par M. Schreber, qui la trouva près de la Balme d'Auris, en Oisans dans le Dauphiné ; il lui donna le nom de *schorl violet* [2]. On l'a rencontrée depuis près de Thum, en Saxe, et c'est de là que lui est venu le nom de *Thumerstein*, donné par Werner à ce minéral.

Il se présente quelquefois en masse ; mais le plus souvent il est cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit dont les bases sont des parallélogrammes obliquangles, ayant leurs angles de 101°,32′ et de 78°,28′ [3]. Sa variété de forme la plus commune est celle d'un parallélipipède rhomboïdal comprimé, dont deux de ses bords opposés manquent et sont remplacés chacun par une facette [4]. Les faces du parallélipipède sont généralement chargées de stries longitudinales.

La couleur ordinaire de l'axinite est le brun de girofle. Cette couleur passe tantôt au bleu violet, tantôt au gris de cendres et de perle, et au noir grisâtre. A l'extérieur, son éclat est le très-éclatant ; à l'intérieur, il est éclatant : c'est l'éclat du verre. La cassure est inégale à grains fins. Les fragmens sont à bords aigus. L'axinite en masse est sous forme de concrétions distinctes, lamellaires, courbes. Sa transparence est du diaphane au translucide. Elle est dure ; elle se laisse entamer à la lime ; elle est très-aisément frangible ; sa pesanteur spécifique est de 3,213 à 3,300 [5]. Traitée au chalumeau, elle bouillonne comme la zéolite, et se fond en un émail gris noirâtre. Elle présente les mêmes phénomènes avec le borax ou en la chauffant simplement au bout d'une pince [6].

---

[1] Kirwan. I, 273. Pelletier, Journ. de Phys. XXVI, 66. Brochant. I, 236 Haüy. III, 22. Jameson. I, 103.
[2] Romé de Lisle. II, 353.
[3] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 264.
[4] Romé de Lisle. II, 353.
[5] Haüy.
[6] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXIII, 1.

On a formé la table qui suit des analyses faites jusqu'à présent, pour déterminer la composition de ce minéral.

Silice	52,7[1]	44[2]	50,50[3]
Alumine.	25,6	18	16
Chaux.	9,4	19	17
Oxide de fer.	9,6	14	9,50
Oxide de manganèse. .	—	4	5,25
Soude.	—	—	0,25
Perte	2,7	1	1,50
	100,0	100	100,00

VI. FAMILLE GRENAT.

Les espèces de cette famille sont au nombre de douze, savoir : la *leucite*, la *pyrenite*, la *vésuvienne*, la *gahnite*, la *grossulaire*, la *mélanite*, l'*allochroïte*, le *grenat*, l'*aplome*, la *grenatite*, *le pyrop* et la *pierre de cannelle*.

ESPÈCE 1.re — *Leucite*[4].

Vésuvian de Kirwan ; *Grenat blanc du* Vésuve ; *Amphigène de* Haüy.

Cette pierre se trouve ordinairement parmi les déjections volcaniques; elle est très-abondante dans les environs du Vésuve, et elle se présente toujours cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est, ou le cube, ou le dodécaèdre rhomboïdal, dont les molécules intégrantes sont des tétraèdres ; mais les variétés observées jusqu'à présent sont toutes des polyèdres. La forme la plus ordinaire de ce minéral est celle d'un sphéroïde terminé par vingt-quatre trapézoïdes égaux et semblables. Quelquefois le nombre des faces est de 12, 18, 36, 54, et elles sont triangulaires, pentagonales, etc. Les cristaux varient en dimension, depuis celle de la tête d'une épingle jusqu'à 25 millimètres.

Les couleurs de la leucite sont le blanc grisâtre, très-rarement le blanc rougeâtre. A l'intérieur, son éclat est l'éclatant; cet éclat est vitreux. Sa cassure est imparfaitement conchoïde, et incline quelquefois à être lamelleuse. Les fragmens sont à bords aigus; elle est translucide, elle raie difficilement le verre. Elle est aigre, et plutôt aisément frangible. Sa pesanteur spé-

[1] Klaproth, Beitrage. II, 126.
[2] Vauquelin, Journ. des Mines. N.° XXIII, I.
[3] Klaproth, Beitrage. V, 28.
[4] Kirwan. I, 285. Brochant. I, 188. Haüy. II, 559. Jameson. I. 107.

cifique est de 2,455 à 2,490[1]. Sa poussière verdit le sirop de violette[2]. Elle est infusible au chalumeau sans addition ; traitée avec le borax, elle donne un verre blanc transparent.

Les parties constituantes de cette espèce sont :

Silice........	54[3].......	56[4]
Alumine.....	24........	20
Potasse.......	21........	20
Chaux.......	—........	2
Perte.......	1........	2
	100	100

Il est évident que la leucite est un composé de 1 atôme de bisilicate de potasse et de 3 atômes de bisilicate d'alumine. Son symbole est $PS^2 + 3AS^2$.

Espèce 2. — *Pyrenite*[5].

Ce minéral se trouve dans la pierre à chaux primitive du pic d'Eres-Lids, près Barèges. Werner le sépara du grenat pour en faire une espèce particulière.

Sa couleur est le noir grisâtre. Il se présente en masse et cristallisé en dodécaèdres rhomboïdaux. Son éclat à l'extérieur est le peu éclatant, inclinant à l'éclatant ; à l'intérieur, cet éclat est peu éclatant, l'éclat est vitreux. Sa cassure est inégale à petits grains. Les fragmens sont anguleux indéterminés, et assez aigus. Ce minéral est opaque, dur : sa pésanteur spécifique est 2,500. Les parties constituantes de ce minéral sont.

Silice...........	43
Alumine..........	16
Chaux............	20
Oxide de fer......	16
Eau, etc..........	4
Perte............	1
	100[6]

[1] Klaproth, Beitrage. II, 41 et 55.
[2] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXXIX, 165.
[3] Klaproth, Beitrage. II, 50.
[4] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXXIX, 165.
[5] Jamson. II, 419.
[6] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XLIV, 571. L'analyse est considérée comme celle d'un grenat ordinaire, et elle est établie comme telle par Haüy. II, 542.

Espèce 3. — *Vésuvienne*[1].

Hyacinthine de Delamétherie ; *Idocrase* de Haüy.

Ce minéral se trouve près du Vésuve, parmi les matières rejetées hors du volcan, dans une roche composée de *mica*, de *hornblende*, de *grenat* et de *spath calcaire*. On l'avait autrefois confondue avec l'hyacinthe.

La couleur de cette substance est le vert d'olive, passant tantôt au vert noirâtre et quelquefois au brun de foie. On la trouve en masse et souvent cristallisée en prismes à 4 faces, rectangulaires, tronqués sur les bords. Sa forme primitive est un prisme droit à bases carrées peu différent du cube, et divisible dans le sens des diagonales de ses bases. Sa molécule intégrante est un prisme triangulaire[2]. La surface des faces latérales des cristaux est légèrement striée. Les cristaux sont courts et ordinairement petits. A l'extérieur, la vésuvienne est éclatante ; à l'intérieur, elle est peu éclatante, et cet éclat est entre le vitreux et le résineux. Sa cassure est inégale, à petits grains. La vésuvienne tend à la forme de concrétions distinctes à petits grains. Elle est translucide ; elle raie le verre. Sa pesanteur spécifique est de 3,0882 à 3,409[3]. Au chalumeau, elle se fond en un verre jaunâtre qui paraît rouge tant qu'il est chaud[4].

Les parties constituantes de ce sel sont :

Silice.	35,50[5]....	42[5]
Alumine.......	22,25.....	16,25
Chaux.........	33,00.....	34,00
Oxide de fer....	7,50.....	5,50
Eau, etc.......	0,25.....	—
Perte..........	1,50.....	2,25
	100	100,00

Espèce 4. — *Gahnite*[6].

Ce minéral se rencontre dans une carrière à chaux à Gokum, à un mille suédois, au sud ouest des mines renom-

---

[1] Brochant. I, 184. Haüy. II, 574. Jameson. I, 111.
[2] Haüy. II, 574.
[3] *Ibid.*
[4] Vauquelin.
[5] Klaproth, Beitrage. II, 32.
[6] Afhandlingar. II, 173 ; III, 276.

mées de Dannemora, en Suède. La chaux est considérée comme primitive, et contient, outre de la trémolite et du grenat, le minéral dont il s'agit, en masses, ayant la forme de rognons. Ce minéral fut décrit et analysé, en 1807, par C. A. Murray, sous le nom d'un minéral vert de la carrière à chaux de Gokum[1]. La nature de ses parties constituantes ainsi reconnues et quelques autres considérations, portèrent les minéralogistes suédois, en général, à considérer ce minéral comme une variété de vésuvienne. En 1810, M. Swedenstierna en donna un échantillon au chevalier Lobo de Silviera, alors ambassadeur portugais à Stockholm; il lui fit connaître qu'il différait de la vésuvienne, et il le pria de le soumettre à l'analyse chimique. Lobo publia une nouvelle description de ce minéral, ainsi que le résultat de l'analyse qu'il en avait faite, dans le troisième volume de l'Afhandlingar (pag. 276), et il lui donna le nom de gahnite. Mais Berzelius, qui avait déjà appliqué ce nom à l'automolite d'Ekeberg, pensa qu'il convenait de distinguer ce nouveau minéral par la dénomination de loboïte[2]. Je me servirai ici cependant du nom de gahnite donné originairement par Lobo, celui d'automolite paraissant être assez généralement adopté par les minéralogistes pour désigner le minéral fahlun.

La couleur du gahnite est le vert olive foncé avec une légère nuance de brun. Les échantillons que j'ai vus, étaient tous amorphes; mais Murray le décrit comme se rencontrant en longs prismes confus sans terminaison régulière. Ces prismes sont cannelés longitudinalement. Leur cassure dans la direction du prisme, est lamelleuse, et son éclat est vitreux. La cassure en travers est esquilleuse, avec moins d'éclat.

Suivant Lobo, la cassure en travers du gahnite est inégale à petits grains, passant quelquefois à la cassure conchoïde; la cassure longitudinale est lamelleuse. L'éclat extérieur est le très-éclatant; l'éclat intérieur est l'éclatant. Cet éclat tient le milieu entre le vitreux et le résineux. Les fragmens sont indéterminés, sans être particulièrement anguleux aigus. Ce minéral, en fragmens minces, est translucide; il est aisément frangible et aigre. Sa pesanteur spécifique est, suivant Murray, de 3,393, et Lobo la porte à 3,54321. Ce minéral,

---

[1] Afhandlingar. II, 173; III, 276. [2] *Ibid.* IV, 147.

chauffé au chalumeau sur du platine, se fond en un verre poreux d'un brun jaunâtre. Sur le charbon, il fuse en un verre opaque de couleur vert bouteille. Avec le borax, il se réduit en un verre transparent d'un vert de mer. On trouva que ses parties constituantes consistaient, savoir :

Silice	35,87[1]	36[2]
Chaux	34,32	37,65
Alumine	17,87	17,50
Magnésie	2,78	2,52
Oxide de fer	6,75	5,25
Oxide de manganèse	0,31	—
Matière volatile	0,25	0,36
Perte	1,85	0,72
	100,00	100,00

ESPÈCE 5. — *Grossulaire*[3].

Ce minéral, qui se trouve dans une pierre argileuse d'un vert pâle, près de la rivière Wilni, en Sibérie, a été séparé du grenat, principalement à raison de sa composition chimique.

Il est toujours cristallisé, soit dans le grenat dodécaèdre ou la figure ordinaire de la leucite. Sa couleur est le vert d'asperge, se rapprochant du vert montagne. Les faces des cristaux sont lisses, ce qui caractérise l'espèce. Il est éclatant : c'est l'éclat vitreux. La cassure est un peu conchoïde. Il est fortement translucide, dur, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,372[4]; sa composition est de, savoir :

Silice	44,0
Chaux	33,5
Alumine	8,5
Oxide de fer	12,0
Oxide de manganèse	Trace.
Perte	2,0
	100,0[5].

[1] Murray.
[2] Lobo.
[3] Jameson. I, 115.
[4] Klaproth.
[5] *Idem*, Beitrage. IV, 319.

ESPÈCE 6. — *Mélanite*[1].

Grenat noir.

Ce minéral, qu'on n'a encore trouvé principalement jusqu'ici qu'à Frascati et à Saint-Albano, près de Rome, a été confondu pendant long-temps avec le *grenat*. Ce fut Werner qui en fit le premier une espèce distincte.

La couleur de la mélanite est le noir de velours, ou parfait, inclinant quelquefois au noir grisâtre. Elle est ordinairement en cristaux complets, qui consistent dans des prismes à six faces terminés à chaque extrémité par un pointement obtus à trois faces placées alternativement sur trois des bords latéraux. La surface des cristaux est lisse. La mélanite est éclatante. Sa cassure est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Ce minéral est opaque et dur, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,691[2] à 3,730[3].

Ses parties constituantes sont :

Silice	35[4]	35,50[5]	34[6]
Chaux	32	32,50	33
Alumine	6,4	6,00	6,4
Oxide de fer	25,5	24,25	25,5
Oxide de manganèse	Trace	0,40	—
Perte	1,1	1,35	1,1
	100,0	100,00	100,0

ESPÈCE 7. — *Allochroïte*[7].

Ce minéral n'a encore été trouvé que dans la mine de fer de Virum à Drammen, en Norwège ; il fut décrit pour la première fois par le professeur Schumacher, qui lui donna le nom d'allochroïte.

Ses couleurs sont le verdâtre et le gris jaunâtre. Il est en masse. A l'extérieur, son éclat est l'éclatant, résineux ; son éclat intérieur est le brillant. Sa cassure est quelquefois en petits grains inégaux, quelquefois elle passe à la cassure conchoïde comprimée. Les fragmens sont à bords obtus. Ce minéral est

[1] Brochant, I, 191. Jameson. I, 116.
[2] Karsten.
[3] Klaproth, Gehlen's Journ. Second Series. V, 203.
[4] Vauquelin, Haüy. II, 543.
[5] Klaproth, Beitrage. V, 168.
[6] Hisinger, Afhandlingar. II, 153. L'échantillon venait de Torneo.
[7] Jameson. I, 181.

translucide sur ses bords. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,50 a 3,68. Il fond au chalumeau en un émail noir, lisse et opaque. Ses parties constituantes sont :

Silice	35[1]	37[2]
Chaux	30,5	30
Alumine	8	5
Oxide de fer	17	18,50
Carbonate de chaux	6	—
Oxide de manganèse	3,5	6,25
Perte	—	3,25
	100,0	100,00

ESPÈCE 8. — *Grenat*[3].

Ce minéral est abondant dans les montagnes primitives. Il est ordinairement cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un dodécaèdre à plans rhombes. Les angles du rhombe sont de 109° 28′ 16″, et de 78° 31′ 44″. Les incidences des faces l'une sur l'autre sont de 120°. On peut considérer ce dodécaèdre comme un prisme à quatre pans, terminé par des pyramides tétraèdres[4]. Il est divisible en quatre parallélipipèdes, dont les côtés sont des rhombes, et chacun de ces côtés peut se diviser en 4 tétraèdres dont les côtés sont des triangles isocèles égaux et semblables à l'une ou à l'autre des sections des faces rhomboïdales du dodécaèdre par leur plus courte diagonale. Les molécules intégrantes du grenat sont des tétraèdres semblables[5]. Quelquefois les bords du dodécaèdre manquent, et sont remplacés par des facettes. Quelquefois aussi le grenat est cristallisé en polyèdres, ayant 24 faces trapézoïdales.

Werner divise cette espèce en deux sous-espèces, savoir: le *grenat précieux* ou noble, et le *grenat commun*. Ces deux sous-espèces de grenats se distinguent l'une de l'autre par la couleur, l'éclat, la cassure, les concrétions distinctes, la transparence et la pesanteur spécifique.

---

[1] Vauquelin.

[2] Rose. Karsten's Mineral. Tabellen, p. 33.

[3] Kirwan. I, 258. Gerhard, Disquisitio physico-chymica granatorum, etc. Pasumot, Journ. de Phys. III, 442. Wiegleb Ann. de Chim. I, 231. Brochant. I, 193. Haüy. II, 540. Jameson. I, 122.

[4] Romé de Lisle. II, 322. Haüy, Ann. de Chim. XVII, 305.

[5] Haüy. *ibid.* 306.

Sous-Espèce 1.re — *Grenat précieux.*

On a conjecturé que le grenat de cette sous-espèce était l'*escarboucle* des anciens. On l'emploie en joaillerie.

La couleur de ce minéral est le rouge, et c'est de l'analogie supposée entre cette couleur et celle des fleurs du grenadier que dérive son nom de grenat. La couleur passe du rouge gorge-de-pigeon au rouge cerise et au rouge brun. On le rencontre ordinairement cristallisé, et les cristaux sont toujours complets : quelquefois il est en grains arrondis. A l'extérieur, ce grenat est peu éclatant; à l'intérieur, il est éclatant. Cet éclat est de nature vitreuse. Sa cassure est parfaitement conchoïde, inclinant quelquefois à devenir inégale à gros grains. Les fragmens sont à bords aigus. Il se rencontre quelquefois en concrétions distinctes lamelleuses. Il est transparent et quelquefois translucide seulement. Il raye le quartz. Il est aigre; il n'est pas particulièrement frangible. Sa pesanteur spécifique est de 4,085 [1] à 4,352 [2].

Sous-Espèce 2. — *Grenat commun.*

La couleur de ce minéral a des nuances différentes de vert et de brun; savoir: le brun de foie, le brun jaunâtre et le brun rougeâtre; le vert olive, le vert pistache, le vert noirâtre et le vert poireau; le jaune Isabelle; le rouge de sang; le noir verdâtre. On trouve cette espèce de grenat en masse, présentant souvent à-la-fois différentes couleurs, mais il ne se rencontre jamais en grains ou en morceaux anguleux. Il se trouve quelquefois cristallisé. La surface de ses cristaux est striée diagonalement. A l'extérieur, son éclat est l'éclatant; à l'intérieur, il est peu éclatant. Cet éclat est entre le résineux et le vitreux. Sa cassure est inégale à grains fins. Les fragmens sont à bords aigus. Il est en concrétions distinctes grenues à petits grains. Il est translucide. Il y en a des variétés d'un noir à-peu-près opaque. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 3,668 [3] à 3,757 [4]. Traité au chalumeau, ce grenat se fond plus facilement que celui de la première sous-espèce.

---

[1] Klaproth.
[2] Karsten.
[3] *Ibid.*
[4] Werner.

Les parties constituantes de ce minéral sont :

	Précieux.		Commun.
Silice.	35,75 [1]	36 [2]	39,66 [3]
Alumine	27,25	22	19,66
Chaux.	—	3	—
Oxide de fer.	36,00	41	39,68
Oxide de manganèse.	0,25	—	1,80
Eau, etc	—	—	—
Perte	0,75	—	—
	100,00	102	100,80

ESPÈCE 9. — *Aplome.*

Ce minéral se trouve en Sibérie, sur les bords du fleuve Lena. J'ai vu aussi un échantillon venant de la nouvelle Hollande, qui avait une très-grande ressemblance avec ce minéral. Comme il diffère du grenat sous le double rapport de la forme primitive de ses cristaux et de sa pesanteur spécifique, je ne crois pas pouvoir me dispenser de lui donner une place particulière dans le système minéral.

Sa couleur est semblable à celle de la variété violette d'axinite, et son éclat est à-peu-près le même. Il est cristallisé en dodécaèdres rhomboïdaux, ayant des stries parallèles aux petites diagonales des rhombes, ce qui indique pour forme primitive le cube. Il est assez dur pour faire feu avec l'acier, et pour rayer le quartz. Sa cassure est quelquefois conchoïde à petites cavités. Il est le plus souvent opaque, quelquefois translucide, et d'une couleur orangé. Sa pesanteur spécifique est de 3,4444. Ses parties constituantes, suivant l'analyse de Laugier, sont :

Silice.	40
Alumine..	20
Chaux.	14,5
Oxide de fer	14
Oxide de manganèse.	2
Mélange de silice et de fer. . .	2
Perte par la calcination.	2
Perte	5,5
	100,0 [4]

[1] Klaproth, Beitrage. II, 26. [2] Vauquelin, Haüy. II, 542.

[3] Hisinger, Afhandlingar. IV, 385. L'échantillon était un grenat de Fahlum, d'une pesanteur spécifique de 4,2.

[4] Ann. de Chim. LXXI, 110.

Espèce 10. — *Granatite*[1].

Staurotide de Haüy; *Pierre de croix* de Delisle; *Staurolithe* de Lamétherie.

On a trouvé la granatite, en France dans la Bretagne, en Espagne dans la Galice, et au Saint-Gothard. Ce minéral se présente toujours cristallisé sous la forme très-particulière de deux prismes hexagones qui se croisent, soit à angles obliques, soit à angles droits; et c'est de là que lui est venu le nom de *pierre de croix*, sous lequel il était connu en France et en Espagne[2]. Haüy a démontré d'une manière très-ingénieuse que la forme primitive de la granatite est un prisme droit à bases rhombes dont les pans sont inclinés entre eux de 129°,30′ et de 50°,30′; que la hauteur du prisme est à la plus grande diagonale du rhombe comme un est à six, et que les molécules intégrantes sont des prismes triangulaires semblables à ceux qu'on obtiendrait en divisant le cristal primitif par une section verticale faite sur la plus petite diagonale de la base rhomboïdale. Haüy a fait connaître, par l'explication de cette structure, la loi de formation des variétés de cruciformes[3]. Cristaux.

La couleur de la granatite est un brun rougeâtre foncé. Sa surface est tantôt lisse et tantôt inégale. A l'intérieur, elle est peu éclatante; son éclat varie entre l'éclat vitreux et l'éclat gras. Sa cassure tient le milieu entre celle inégale à petits grains, et celle imparfaitement conchoïde. La granatite est souvent opaque et quelquefois translucide. Elle raie faiblement le quartz. Elle est aigre et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 3,2861. Elle est infusible au chalumeau.

Ses parties constituantes sont :

Silice	33[4]	30,6[4]	37,50[5]	27[5]
Alumine	44	47,0	41,00	52,25
Chaux	3,84	3,0	—	—
Magnésie	—	—	0,50	—
Oxide de fer	13	15,3	18,25	18,50
Oxide de manganèse	1	—	0,50	0,25
Perte	5,16	4,1	2,25	2
	100,00	100,0	100,00	100,00

[1] Brochant. II, 496. Haüy. III, 93. Jameson. I, 133.
[2] Romé de Lisle. II, 435.
[3] Ann. de Chim. VI, 142.
[4] Vauquelin, Ann. de Chim. XXX, 106.
[5] Klaproth, Beitrage. V, 80.

ESPÈCE 11. — *Pyrope*[1].

Ce minéral, qui se trouve principalement en Bohême, et qu'on désignait autrefois sous le nom de grenat de Bohême, a été dernièrement établi par Werner comme une espèce particulière. On ne le rencontre jamais cristallisé, mais seulement en fragmens arrondis ou anguleux, ordinairement petits.

La couleur du pyrope est le rouge de sang foncé, qui incline fortement au jaune lorsqu'on le tient entre l'œil et la lumière; il est très-éclatant, et cet éclat est vitreux. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Il est diaphane; il raie le quartz. Sa pesanteur spécifique est de 3,718[2] à 3 941[3].

Les parties constituantes des espèces précédentes, suivant les analyses les plus exactes qui en aient été faites jusqu'à présent, sont ainsi qu'il suit.

Ses parties constituantes sont :

Silice	40
Alumine	28,50
Chaux	3,50
Magnésie	10,0
Oxide de fer	16,50
Oxide de manganèse	0,25
Perte	1,25
	100,00[4]

ESPÈCE 12. — *Pierre de cannelle*[5].

Ce minéral, qui se trouve dans le sable des rivières de l'île de Ceylan, fut distingué, pour la première fois, comme espèce particulière, par Werner.

Sa couleur est le rouge hyacinthe, passant tantôt au rouge de sang et tantôt au jaune orangé. Il est toujours en pièces arrondies. A l'extérieur, il est peu éclatant; à l'intérieur, il est très-éclatant : son éclat est vitreux; sa cassure est imparfaitement conchoïde applatie. Les fragmens sont anguleux et à

[1] Jameson. I, 136.
[2] Klaproth.
[3] Werner.
[4] Klaproth, Beitrage. II, 21.
[5] Jameson. I, 139.

bords très-aigus. Il est transparent et demi-transparent. Il raie difficilement le quartz. Il est aigre et peu aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 5,530 [1] au chalumeau. Il fond en un émail noir brunâtre. Ses parties constituantes sont :

Silice	38,80
Alumine	21,20
Chaux	31,25
Oxide de fer	6,50
Perte	2,25
	100,00 [2]

Les ingrédiens essentiels des minéraux de cette famille paraissent être la silice, l'alumine, la chaux, la magnésie, l'oxide de fer et la potasse. Quatre d'entre eux ne semblent contenir que trois ingrédiens ; et dans les huit autres, il en existe quatre. Je regarde comme probable que la nature de chaque espèce peut être représentée par les symboles qui suivent. Les lettres dont on a fait usage, sont les initiales des noms latins des ingrédiens; les figures indiquent le nombre des atômes présens. Celles de ces figures qui occupent la place de coefficiens, indiquent les atômes du composé ; celles qui remplacent les indices, dénotent les atômes de l'ingrédient auxquelles elles sont attachées.

Leucite	$PS + 3AS$.
Pyrenite	$CS^3 + AS^3$.
Grenat	$AS + fS$.
Granatite	$2AS + fA$.
Gahnite	$AS + CS + \frac{1}{2}f$.
Pierre cannelle	$AS + CS + \frac{1}{4}f$.
Vésuvienne	$AS + CS + \frac{1}{2}f$.
Aplome	$AS + CS + f$.
Grossulaire	$AS^2 + fS^2 + 2CS^2$.
Mélanite	$AS + 2fS + 3CS$.
Allochroïte	$AS + 2fS + 3CS$

Je regarde comme probable que le gahnite, la pierre cannelle et la vésuvienne, ne sont que des variétés de la même espèce ; et que l'allochroïte n'est autre chose qu'une variété

[1] Klaproth.
[2] *Idem*, Beitrage. V, 138.

de mélanite. Quoi qu'il en soit, on doit convenir que les symboles établis ci-dessus ne s'accordent pas exactement avec les analyses. Ce serait trop attendre de celles faites jusqu'à présent, eu égard au grand nombre d'erreurs dont il est si difficile de se garantir dans ces analyses, que d'en considérer les résultats comme devant coïncider parfaitement avec la théorie atômique. Une nouvelle suite d'analyses serait nécessaire, en opérant sur les échantillons les mieux choisis, et avec une attention scrupuleuse, pour arriver à la précision.

VII. FAMILLE QUARTZ.

Famille Quartz

Cette famille contient 12 espèces, dont plusieurs, à raison des variétés nombreuses qu'elles présentent, sont encore susceptibles d'être subdivisées en sous-espèces. Les noms des espèces sont *le quatz*, *le caillou ferrugineux*, *la pierre de corne* ou hornstein, *le schiste siliceux*, *la pierre à fusil*, *la calcédoine*, *l'héliotrope*, *la stalactite siliceuse*, *l'hyalithe*, *l'opale*, *la ménilite*, *et le jaspe*. Parmi ces espèces il en est beaucoup qu'il importe de connaître; et cependant comme elles ne se trouvent jamais cristallisées, la méthode de Haüy pour discerner les minéraux, ne peut leur être applicable.

Espèce 1re. — *Le Quartz*[1].

Le quartz est une des plus abondantes de toutes les espèces de minéraux. On le rencontre presqu'en tous lieux en grandes quantités. On le trouve en masse, en morceaux roulés, et cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Haüy, un parallélipipède rhomboïdal, dont les angles des rhombes sont de 94° 4′ et de 85° 56′, de manière qu'il ne diffère pas beaucoup du cube [2]. La variété la plus ordinaire du quartz cristallisé est un dodécaèdre formé par deux pyramides hexaèdres appliquées base à base, dont les côtés sont des triangles isocèles ayant l'angle au sommet de 40°, et chacun des angles de la base de 70°. L'incidence d'un côté de l'une des pyramides sur le côté adjacent de l'autre des pyramides est de 104°. Il y a souvent un prisme

---

[1] Kirwan. I, 241. Haüy. II, 406. Brochant. I, 239. Jameson I, 142.

[2] Haüy. M. Phillips les trouva de 94° 24′ et 85° 36′; Annals of Philosophy. VII, 136.

hexaèdre interposé entre les deux pyramides, dont les côtés correspondent toujours à ceux des pyramides [1]. On trouve dans la cristallographie de Romé de Lisle [2], et dans la Minéralogie de Haüy [3], la description et la figure des autres variétés des cristaux de quartz, ainsi que la démonstration de la loi de leur formation.

La cassure du quartz est conchoïde ou esquilleuse. Son éclat varie de l'éclatant au brillant. Sa transparence est du transparent au translucide sur les bords, et dans quelques cas il est opaque. Il produit une réfraction double. Il est dur. Sa pesanteur spécifique est de 2,64 à 2,67, et dans une variété de 2,691. Pour faciliter la description de cette espèce compliquée, Werner l'a subdivisée en sept sous-espèces; et cette subdivision présente plusieurs avantages.

Sous-Espèce 1re. — *Améthyste.*

Cette sous-espèce se trouve en masse et en morceaux arrondis, mais le plus fréquemment on la rencontre cristallisée. Ses cristaux sont des pyramides hexaèdres, toujours en druses. Sa couleur est le bleu violet passant tantôt au bleu de prune, au brun de girofle et au noir brunâtre; et tantôt au gris de perle et de cendres, au blanc grisâtre, au blanc verdâtre, au vert olive, et dans quelques cas très-rares au vert pistache. Les variétés de l'améthyste en masse présentent plusieurs couleurs réunies formant bigarrure. L'éclat de l'améthyste est le très-éclatant; cet éclat est celui du verre. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Elle tend quelquefois à la cassure imparfaitement conchoïde inégale et à celle esquilleuse ou fibreuse à grosses fibres réunies en faisceaux. Les fragmens sont à bords aigus. Les variétés en masse sont composées de concrétions distinctes prismatiques, épaisses, souvent avec cristaux réunis ensemble à leurs extrémités. La transparence de l'améthyste varie du diaphane au translucide. Elle est aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,750. On la trouve formant souvent des filons particuliers et dans des géodes d'agathe.

---

[1] Cristallog. II, 72.
[2] *Ibid.*
[3] Mém. Par. 1786, p. 78; et Minéralogie. II, 407. *Voyez* aussi Lamétherie, Journ. de Phys. XLII, 470.

Werner distingue l'améthyste commune, que nous venons de décrire, d'une autre variété que, d'après sa cassure, il appelle l'améthyste *fibreuse épaisse*. Cette dernière variété ne se rencontre qu'en masses et en morceaux arrondis. Son éclat intérieur est l'éclatant : c'est celui du verre. La cassure principale est épaisse, fibreuse. La cassure en travers est imparfaitement conchoïde. Elle est ordinairement translucide.

Sous-Espèce 2. — *Cristal de roche.*

Le cristal de roche se trouve quelquefois en morceaux arrondis, mais presque toujours cristallisé sous toutes les variétés de formes qui appartiennent à l'espèce en général. Ses couleurs les plus ordinaires sont le blanc et le brun. La couleur blanche passe du blanc de neige aux blancs, grisâtre, jaunâtre et rougeâtre; du blanc grisâtre au gris de perle; du blanc jaunâtre au jaune d'ocre, au jaune de vin, au brun jaunâtre, au brun de girofle, au noir brunâtre; la couleur brune tourne du brun jaunâtre au jaune d'orange et au rouge d'hyacinthe.

A l'extérieur, l'éclat de ses cristaux est le très-éclatant. Celui de ses morceaux arrondis est peu éclatant. Son éclat à l'intérieur est le très-éclatant : cet éclat est celui du verre. Sa cassure est parfaitement conchoïde; dans quelques variétés on peut reconnaître une cassure lamelleuse. Les fragmens sont à bords très-aigus. On rencontre très-rarement le cristal de roche en concrétions distinctes, grenues et prismatiques. Il est transparent et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,605 à 2,888.

Sous-Espèce 3. — *Quartz laiteux.*

Cette sous-espèce ne se rencontre qu'en masse. Sa couleur est quelquefois le blanc laiteux ; mais le plus ordinairement c'est le rouge rose pâle. Cette dernière couleur passe quelquefois au rouge cramoisi, au blanc rougeâtre, au gris de perle, au blanc laiteux. A l'intérieur, il est très éclatant ; c'est l'éclat du verre, inclinant à l'éclat résineux. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Ce quartz paraît quelquefois composé de concrétions distinctes, lamelleuses, épaisses. Il est demi-transparent. Il forme des lits dans les montagnes primitives.

Sous-Espèce 4. — *Quartz commun.*

On trouve ce quartz en masse, en grains et en morceaux arrondis, sous diverses formes particulières, et cristallisé. Il varie beaucoup dans ses couleurs, qui sont entre autres le blanc, le gris, le brun, le jaune, le vert et le rouge. L'éclat extérieur des cristaux, celui des morceaux arrondis et l'éclat intérieur varient depuis l'éclatant jusqu'au brillant : c'est l'éclat du verre. La cassure du quartz commun est imparfaitement conchoïde et écailleuse, à grosses et à fines écailles. Dans quelques échantillons la cassure se montre fibreuse, à fibres parallèles. Les fragmens sont à bords assez aigus. Ce quartz se rencontre quelquefois en concrétions distinctes prismatiques, grenues. Il est translucide, et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,6404 à 2,6546.

Sous-Espèce 5. — *Prase.*

La prase se trouve le plus souvent en masse ; on la rencontre aussi cristallisée. Sa couleur est le vert poireau. Elle est peu éclatante ; cet éclat tient le milieu entre ceux résineux et vitreux. Sa cassure est écailleuse à grandes écailles. Les fragmens sont à bords aigus. La prase en masse est formée de concrétions distinctes, cunéiformes, épaisses, prismatiques. La surface des concrétions est rude et striée en travers. Elle est translucide, dure et plutôt rude au toucher.

On considère cette sous-espèce comme consistant dans un mélange intime de quartz et d'actinolite.

Sous-Espèce 6. — *Œil de chat.*

Ce minéral nous vient de l'île de Ceylan, d'où on l'apporta tout taillé ; de sorte que les minéralogistes d'Europe l'ont à peine vu autrement que dans cet état. Klaproth en a décrit un échantillon, qu'il reçut dans son état naturel de M. Gréville de Londres. Sa forme était à-peu-près carrée, à bords aigus, à surface rude, et ayant un grand éclat.

Les couleurs de cette pierre sont le gris jaunâtre, le gris verdâtre et le gris de cendres ; le jaune isabelle, le brun jaunâtre, le brun rougeâtre et le brun de cheveu ; le vert de montagne et le vert olive ; le noir grisâtre.

Cette pierre est éclatante à l'intérieur, et cet éclat est intermédiaire entre ceux vitreux et résineux. Sa cassure est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords plus ou moins aigus. Elle est translucide. Elle présente quelquefois l'apparence de fibres blanches déliées presque opaques, ce qui la rend, en terme de joaillerie, *chatoyante.* Cette pierre est dure, et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,625 à 2,660.

Sous-Espèce 7. — *Steinheilite.*

Ce minéral, qui se trouve en Finlande, a été pendant longtemps connu sous le nom de quartz bleu. Le comte de Steinheil, gouverneur de la Finlande, soupçonnant qu'il différait du quartz, pria le professeur Gadolin de l'examiner, et celui-ci y trouva, dit-on, une quantité considérable d'alumine.

Sa couleur est le bleu smalt avec un léger mélange de rouge. Tous les échantillons que j'ai vus étaient amorphes. La cassure est esquilleuse et quelquefois imparfaitement conchoïde. Son éclat est l'éclatant; il est vitreux; les fragmens sont indéterminés, à bords très-aigus. Cette pierre est translucide, et seulement sur les bords lorsqu'elle est en masses épaisses. Elle est légèrement rayée par le cristal de roche, et très-frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,598. Enfin ses caractères correspondent tellement avec ceux du quartz, qu'il y a lieu de soupçonner que l'alumine qu'y trouva Gadolin pouvait être due à la présence de quelque matière étrangère dans l'échantillon qu'il analysa.

Ces minéraux consistent essentiellement en silice pure; mais ils sont ordinairement salis par de petites quantités de matière étrangère à laquelle il doivent leurs propriétés distinctives.

On a présenté, dans la table qui suit, le résultat des analyses faites jusqu'à présent de ces minéraux.

	Améthyste	CRISTAL de Roche.	QUARTZ.	PRASE.	ŒIL DE CHAT.	
Silice	97,50[1]	99,37[2]	97,75[2]	98,5[2]	95[3]	94,50[3]
Alumine. . . .	0,25	0,63	0,50	0,5	1,75	2
Chaux.	—	—	—	—	1,50	1,50
Oxide de fer. .	0,50	Trace.	—	1,0	0,25	0,25
Oxide de manganèse . . .	0,25	—	—	—	—	—
Eau	—	—	1,00	—	—	—
Perte	1,50	—	0,75	—	1,50	1,75
	100,00	100,00	100,00	100,0	100,00	100,00

Espèce 2. — *Caillou ferrugineux*[4].

Ce minéral se rencontre en filons de mine de fer, et on le suppose être un mélange intime de quartz et d'ocre de fer.

On le trouve ordinairement en masse ; et quelquefois cristallisé en prisme à 6 faces, portant à chaque extrémité un pointement à 3 faces. Sa couleur est le brun jaunâtre, quelquefois elle tient le milieu entre le rouge de sang et le rouge brunâtre. La surface extérieure est éclatante, à l'intérieur peu éclatante. Cet éclat est à-peu-près celui du verre. Sa cassure est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords peu aigus. On trouve le caillou ferrugineux en petites concrétions distinctes, grenues. Il est opaque, dur, et se rompant difficilement. Sa pesanteur spécifique est de 2,576 à 2,838. Il est infusible au chalumeau sans addition.

[1] Rose, Karsten's tabellen, p. 25.
[2] Bucholz, Gehlen's Journal, second series. VI, 147.
[3] Klaproth, Beitrage. I, 94 et 96.
[4] Jameson. I, 178.

Ses parties constituantes sont :

Silice.............	76,00 [1]	93,5 [1]	92 [1]
Alumine...........	0,25	——	——
Oxide fer..........	21,50	5	5,75
Oxide de manganèse.	——	——	1
Eau................	1	1	1
Perte.............	1,25	0,5	0,25
	100,00	100,0	100,00

ESPÈCE 3. — *Pierre de corne, hornstein* [2].

On trouve ce minéral en masse, et quelquefois en boules arrondies. Sa cassure est écailleuse et conchoïde. Il est mat, translucide, dur, mais rayé par le quartz. Sa pesanteur spécifique est de 2,699 à 2,708. Sa couleur la plus ordinaire est le gris.

Werner partage cette espèce en trois sous-espèces qu'il distingue principalement par la cassure et par la contexture.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Hornstein écailleux.*

On trouve ce minéral en filons dans la pierre calcaire. Il forme aussi la base d'une roche appelée *hornstein porphyr.*

Ses couleurs sont le gris bleuâtre, le gris verdâtre, le gris jaunâtre, le gris de perle et le gris de fumée, le rouge de chair, le rouge brunâtre; le vert olive, et le vert de montagne. Sa cassure est écailleuse à petites écailles. Il est mat à l'intérieur. Les fragmens sont à bords aigus. Cette pierre se rencontre quelquefois, quoique rarement, en concrétions distinctes qui sont lamellaires et concentriques. Il est translucide sur les bords, dur, aigre, se rompant difficilement. Traité au chalumeau, il est infusible sans addition.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Hornstein conchoïde.*

Ce minéral se rencontre en couches et aussi en filons. Ses couleurs sont le blanc grisâtre et le blanc jaunâtre, le gris verdâtre et le gris de perle, le rouge de chair, le rouge de cerise et le vert montagne. Il est quelquefois tacheté

[1] Bucholz, Gehlen's Journal, second series. VI, 153. Le premier échantillon était rouge, le second jaune, et le troisième brun.

[2] Kirwan's Min. I, 303 Baumer, Journ. de Phys. II, 154; et Monnet, *ibid.*, 33. Wiegleb; Crell's, Ann. 1788, p. 46 et 135; Journ. de Phys. LIII, 239. Brochant. I, 254. Jameson. I, 181.

et rayé. On le trouve toujours en masse. A l'intérieur, son éclat est à peine le peu éclatant. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords assez aigus. Cette sous-espèce ne se présente jamais en concrétions distinctes. Elle est translucide sur les bords. Elle est dure et aisément frangible.

Sous-Espèce 3. — *Woodstone. Bois pétrifié.*

On trouve ce minéral isolé dans les terrains gras sablonneux. Il semble être du bois converti en hornstein par la pétrification. Ses couleurs sont le gris de cendres, le gris jaunâtre, le gris de perle; le rouge de chair, le rouge de sang, le rouge brunâtre et le jaune d'ocre. Plusieurs de ces couleurs se trouvent ordinairement réunies dans le même morceau. La forme de ce minéral se rapporte à celle de son premier état de bois. Sa surface extérieure est rude. A l'intérieur, il est mat. Sa cassure en travers est imparfaitement conchoïde. En longueur elle est esquilleuse et fibreuse. Les fragmens ne sont pas à bords très-aigus. Il est translucide sur les bords, et moins dur que le hornstein écailleux. Il est aisément frangible.

Espèce 4. — *Le Schiste siliceux* *.

Ce minéral se rencontre en couches et en masses amorphes, principalement dans les montagnes de transition. Sa couleur varie dans différentes nuances de gris ; sa structure est schisteuse. Il est ordinairement opaque. Il est quelquefois translucide sur les bords. Il est plus mou que le quartz. Il est dur, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 2,596 à 2,629. Il est infusible au chalumeau sans addition. Cette espèce se subdivise en deux sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Schiste siliceux commun.*

Les couleurs de ce schiste siliceux sont le gris de cendre, le gris bleuâtre, le gris de perle et le rouge de chair inclinant au rouge de sang. Il est souvent tacheté et souvent aussi traversé de veines de quartz. A l'intérieur, il est à peine brillant. Sa cassure, considérée dans une grosse masse, ou sa cassure *en grand*, ainsi qu'on l'appelle, est *schisteuse*. Sa

---

* Kirwan. I, 305. Brochant. I, 282. Jameson. I, 189.

cassure *en petit* tient le milieu entre la cassure esquilleuse et la cassure inégale. Les fragmens sont à bords aigus. Quelquefois ce schiste siliceux se rencontre en concrétions distinctes lamellaires. Il est translucide, dur, aigre, se rompant difficilement.

Sous-Espèce 2. — *La pierre de Lydie.*

La couleur de cette pierre est le noir grisâtre passant au noir de velours. On la trouve en masse et en morceaux roulés de forme trapézoïdale, qui souvent sont traversés de veines de quartz. A l'extérieur, sa surface est lisse et éclatante. A l'intérieur, son éclat est le brillant. Sa cassure est unie. Les fragmens sont à bords aigus, se rapprochant quelquefois de la forme cubique. Cette pierre est opaque. Elle est dure, aisément frangible.

C'est de cette pierre, ou d'une pierre semblable, que les anciens se servaient comme de pierre de touche. Ils faisaient une trace sur la pierre avec le métal à éprouver, et ils jugeaient de sa pureté par la couleur de la raie métallique. Ils donnaient en conséquence à cette pierre le nom de βασανος, *l'essayeur;* ils l'appelèrent aussi *pierre de Lydie* parce que c'était, ainsi que nous l'apprend Théophraste, dans le fleuve Tmolus, en Lydie, qu'elle se trouvait le plus abondamment [1].

Espèce 5. — *La pierre à fusil* [2].

Pyromaque (qui fait feu pour le combat).

Ce minéral, dont l'usage est devenu si nécessaire dans l'art moderne de la guerre, se trouve en morceaux de différentes dimensions, et ordinairement en masses plus ou moins globuleuses, dans les roches calcaires et dans les bancs de craie ou de marne, avec lesquels on le voit souvent alterner par couches parallèles.

La couleur est le gris de nuances diverses, telles que le gris de cendres, le gris jaunâtre et le gris de fumée. Le gris passe quelquefois au noir grisâtre, puis au jaune

---

[1] Hill's Teophrastus, περι λιθων, p. 190.

[2] Kirwan's Min. I, 301. Brochant. I, 263. Haüy, II, 42. Jameson. I, 195. Dolomieu, Journ. des Min. N.° XXXIII, 693; et Salivet, *ibid.*, p. 713. Ces derniers ont donné un exposé de la méthode de faire les pierres à fusil.

d'ocre, au brun jaunâtre, au brun rougeâtre, se rapprochant quelquefois du rouge de sang. Le mélange de plusieurs de ces couleurs présente quelquefois des dessins rubanés. On rencontre cette pierre en masse, en grains, en plaques et sous diverses formes particulières A l'intérieur elle est brillante. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords très-aigus ; quelquefois en tables. On a trouvé quoique rarement la pierre à fusil en concrétions distinctes lamellaires. Elle est translucide, dure, plus que le quartz ; très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 2,58 à 2,63. Elle est infusible au chalumeau.

C'est principalement en Angleterre et dans deux ou trois départemens de la France que se fabriquent les pierres à fusil. Le procédé est extrêmement simple. Un bon ouvrier peut en faire mille dans un jour. Tout l'art consiste à bien fendre la pierre, c'est-à-dire à la frapper à petits coups répétés avec une espèce de masse, de manière à lui enlever à chaque coup un éclat aigu à une extrémité, et plus épais à l'autre. On donne ensuite à volonté la forme à ces éclats en les appuyant, dans le sens de la ligne suivant laquelle on désire qu'elles soient rompues, sur le tranchant d'un ciseau de fer, et en les frappant alors à petits coups, au-dessous du point d'appui que présente le ciseau avec un petit instrument qu'on nomme roulette. Pendant toute l'opération, l'ouvrier tient la pierre dans sa main gauche, ou il la pose simplement sur son genou [1]. Les parties constituantes de la pierre à fusil sont :

Silice.............	98[2]	97[3]
Alumine..........	0,25	1
Chaux............	——	——
Oxide de fer........	0,25	Trace.
Eau...........	1,50	——
Perte.........	——	2
	100,00	100

ESPÈCE 6. — *Calcédoine* [4].

On trouve ce minéral en abondance dans beaucoup de pays, particulièrement en Islande et dans les îles Faro. Il est

[1] Jour. des Min. N.° XXXIII, 702. [2] Klaproth, Beitrage. I, 46.
[3] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXXIII, 702.
[4] Brochant, I, 268. Kirwan. I, 298. Haüy. II, 425. Jameson. I, 201.

le plus ordinairement amorphe ; mais il se présente aussi en masses arrondies, stalactiforme, et en pseudo-cristaux. Sa surface est rude. Sa cassure est unie ou conchoïde. Son éclat extérieur est le brillant; son éclat intérieur le peu éclatant. La calcédoine est en quelque sorte tranparente. Sa dureté est à-peu-près la même que celle du quartz, et sa pesanteur spécifique de 2,479 à 2,700. Elle est aigre. Traitée au chalumeau, elle est infusible sans addition.

Cette espèce se subdivise en quatre sous-espèces, savoir: la *calcédoine commune*, la *chrysoprase*, le *plasma*, et la *cornaline*. Ces quatre variétés se distinguent principalement par la couleur, la cassure et l'éclat.

Sous-Espèce 1re. — *Calcédoine commune.*

Sa couleur est le gris de plusieurs nuances, savoir: le gris de fumée, le gris bleuâtre, le gris de perle, le gris verdâtre et le gris jaunâtre. Le gris bleuâtre passe à une couleur intermédiaire entre le blanc de lait et le bleu de smalt. Le gris verdâtre entre le vert pré et le vert pomme. Le gris jaunâtre tourne au jaune de miel, au jaune de cire, au jaune d'ocre. La couleur est encore le brun jaunâtre et le brun noirâtre. Cette dernière couleur, lorsqu'on tient le minéral entre l'œil et la lumière, paraît être le rouge de sang. Cette pierre est à-peu-près sans éclat à l'intérieur. Sa cassure est unie, passant quelquefois à la cassure à écailles minces. La cassure écailleuse passe aussi à la cassure inégale, approchant de celle conchoïde applatie. Les fragmens sont à bords aigus. La calcédoine commune se présente généralement en concrétions distinctes réniformes, lamellaires, concentriques. Elle est demi-transparente. Elle est dure, un peu plus que la pierre à fusil. Elle est aigre, se rompant difficilement. Sa pesanteur spécifique varie de 2,583 à 2,665.

Sous-Espèce 2. — *Chrysoprase.*

Ce minéral, qui n'a encore été trouvé qu'à Kosemuth en Silésie, est toujours amorphe. Sa cassure est unie, inclinant quelquefois à la cassure écailleuse. Elle est presque sans éclat. Sa dureté égale à peine celle de la calcédoine; elle est translucide. Sa pesanteur spécifique est de 2,479. Sa couleur est le vert pomme. Elle se rompt difficilement; à une cha-

leur de 130°. de Wedgewood, elle blanchit et devient opaque.

Sous-Espèce 3. — *Plasma.*

Ce minéral n'a encore été trouvé, jusqu'à présent, que parmi les ruines de Rome. Sa couleur varie entre le vert poireau et le vert pré. Elle est souvent marquée de points jaunes et de taches blanches. On la trouve en fragmens anguleux souvent enveloppés d'une croute de matière terreuse. Il est peu éclatant à l'intérieur. Sa cassure est parfaitement conchoïde applatie. Les fragmens sont à bords très-aigus. Il est translucide. Sa dureté est égale à celle de la calcédoine. Il est aigre, se rompant difficilement. Sa pesanteur spécifique est de 2,553.

Sous-Espèce 4. — *Cornaline.*

La couleur de cette pierre est le rouge de sang. Cette couleur passe au rouge de chair, au blanc rougeâtre, au blanc de lait, au jaune et au brun rougeâtre. La surface extérieure de la cornaline est rude et inégale. L'éclat est le peu éclatant. La cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords très-aigus. On la trouve très-rarement en concrétions distinctes. Elle est demi-transparente. Sa pesanteur spécifique est de 2,551 à 2,624.

Les parties constituantes de ces minéraux sont ainsi qu'il suit, savoir :

	Calcédoine.	Chrysoprase.	Plasma.	Cornaline.
Silice..........	99 [1]	96,16 [2]	96,75 [3]	94,00 [4]
Alumine........	——	0,08	0,25	3,50
Chaux..........	——	0,83	——	——
Oxide de fer.....	——	0,08	0,50	0,75
Oxide de nickel.	——	1,00	——	——
Eau............	——	——	2,50	——
Perte..........	1	1,85	——	1,75
	100	100,00	100,00	100,00

La pierre à fusil et la calcédoine se composent essentiellement de silice. La pierre à fusil paraît contenir un peu

[1] Trommsdorf, Crell's Annalen. 1800. I, 105.
[2] Klaproth, Beitrage. II, 133.
[3] *Ibid.* IV, 326.
[4] Bindheim, schriften der Berliner gesellschaft. II, 245.

d'eau; mais il est difficile de concevoir d'où provient la différence spécifique entre le cristal de roche et la calcédoine.

ESPÈCE 7. — *Héliotrope* [1].

Ce minéral, qui nous vient originairement de l'Asie, et qu'on a trouvé depuis dans diverses contrées de l'Europe, à-peu-près dans la même situation que la calcédoine, est considéré par quelques minéralogistes, comme étant une combinaison intime de calcédoine et de *terre verte.*

Sa couleur tient le milieu entre le vert de pré et le vert poireau. Cette pierre est souvent parsemée de taches ou de stries d'un vert olive, de jaune et de rouge. On la trouve en masse et en morceaux anguleux; à l'intérieur elle est peu éclatante, c'est un éclat résineux; sa cassure est imparfaitement conchoïde. Elle est translucide sur les bords et moins dure que la calcédoine. Sa pesanteur spécifique est de 2,633. Elle est aisément frangible. Elle est infusible au chalumeau sans addition. Ses parties constituantes sont,

Silice.............	84
Alumine..........	7,5
Oxide de fer.......	5,0
Perte.............	3,5
	100,0 [2]

ESPÈCE 8. — *Stalactite siliceuse* [3].

Cette espèce comprend plusieurs concrétions siliceuses qui se rencontrent dans différentes parties du monde, et on l'a subdivisée en trois sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Commune.*

Ses couleurs sont des nuances différentes de gris, comme le blanc grisâtre, le gris de fumée, et le gris jaunâtre avec rouge clair, et des taches et des pointillemens d'un brun de cheveu. Elle est ordinairement sous la forme de stalactites. Elle est matte à l'extérieur; elle l'est également à l'intérieur, quelquefois un peu éclatante d'un éclat perlé. Sa cassure est

---

[1] Kirwan. I, 314. Brochant. I, 276. Jameson. I, 219.
[2] Trommsdorf, Karsten's Tabellen, p. 39.
[3] Jameson. I, 222.

conchoïde, inégale à gros grains, ou fibreuse à fibres entremêlées. Elle est translucide sur les bords, demi-dure, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 1,807. On n'a trouvé jusqu'à présent ce minéral que dans les sources du Geyzer en Islande, où il est déposé par l'eau.

Sous-Espèce 2. — *Opaline.*

Ce minéral se rencontre dans les sources du Geyzer, avec la sous-espèce qui précède. Sa couleur est le blanc jaunâtre et de lait, avec des taches brunâtres, noirâtres ou bleuâtres. Sa cassure est imparfaitement conchoïde, avec éclat peu éclatant; les fragmens sont anguleux à bords aigus. Il est translucide sur les bords, demi-dur, aigre, aisément frangible; il happe à la langue.

Sous-Espèce 3. — *Stalactite perlée.*

On la trouve sur la surface du granit altéré, dans l'île d'Ischia, et on la considère comme un produit de volcan.

Les couleurs de cette pierre sont le blanc de lait, le blanc jaunâtre, le blanc grisâtre. Elle est ordinairement sous la forme de stalactite. Son éclat est quelquefois le peu éclatant, quelquefois elle est matte. Sa cassure est inégale à petits grains. Les fragmens anguleux ne sont pas à bords aigus. Elle se présente en concrétions distinctes lamellaires concentriques. Elle est translucide, au-moins sur les bords. Elle raie le verre, mais elle est moins dure que le quartz. Elle est aigre et aisément frangible.

Les parties constituantes de ces minéraux, autant qu'on a pu les reconnaître, sont :

	Commune.	Perlée.
Silice	98,0 [1]	94 [2]
Alumine	1,5	2
Chaux	—	4
Oxide de fer	0,5	—
	100,0	100

Espèce 9. — *L'Hyalite* [3].

Ce minéral se présente dans la wacke en masses réni-

[1] Klaproth, Beitrage. I, 112.
[2] Santi, cité par Pfaff, Crell's Annalen. 1796. II, 591.
[3] Kirwan. I, 296. Brochant. I, 272. Jameson. I, 227.

formes. A la première vue, il a un aspect analogue à celui de la gomme. Les masses sont ordinairement très-éclatées. Sa couleur est le blanc jaunâtre ou le blanc grisâtre. Son éclat est l'éclatant. C'est celui du verre. La cassure est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Ce minéral est translucide. Sa dureté est moindre que celle du quartz. Il est aigre et très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,150 [1]. L'hyalite est infusible à la chaleur de 150° de Wedgewood, mais elle fond avec la soude [2].

Espèce 10. — *Opale* [3].

On trouve ce minéral dans plusieurs contrées de l'Europe, spécialement dans la Haute-Hongrie, dans les monts Crapacks, près le village de Czennizka. Lorsqu'il est nouvellement tiré de la terre, il est mou; mais il se durcit, en diminuant de volume, par son exposition à l'air.

L'opale est toujours amorphe. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Elle est ordinairement translucide. Sa dureté varie considérablement. Sa pesanteur spécifique est de 1,958 à 2,540. On attribue le peu de pesanteur spécifique de cette pierre, dans quelques cas, aux cavités qu'elle contient accidentellement. Ces cavités sont quelquefois remplies de gouttes d'eau. Quelques échantillons d'opale ont la propriété d'émettre divers rayons colorés avec un resplendissement particulier, lorsqu'on les place entre l'œil et la lumière. Les lapidaires appellent *opales orientales* celles qui ont cette propriété, et les minéralogistes les désignent souvent par l'épithète de *nobles*. Cette propriété rendait la pierre d'un beaucoup plus grand prix chez les anciens. Les opales l'acquièrent par leur exposition au soleil. Werner a divisé cette espèce en 4 sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. *Opale précieuse.*

Ce minéral se trouve dans la Haute-Hongrie, disséminé, dit-on, dans un porphyre argileux. Il se rencontre en masse, en plaques et en petits filons. Ses couleurs sont le blanc de

---

[1] Kopp, Gehlen's Journ. Second series. VIII, 179.
[2] *Ibid.*
[3] Kirwan's Min. I, 289. Haüy, Journ. d'Hist. nat. II, 9. Delius, Journ. de Phys. XLIV, 45. Brochant, I, 341. Haüy. II, 434. Jameson. I, 228.

lait et le blanc jaunâtre ; mais lorsqu'on le place entre l'œil et la lumière, ces couleurs passent au rose pâle et au jaune de vin. L'opale précieuse présente un jeu de couleurs très-vives et très-agréables. A l'intérieur, elle est très-éclatante. C'est l'éclat du verre. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est translucide, demi-dure, aigre et très-frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,114. L'opale précieuse, traitée au chalumeau, ne se fond pas. Lorsqu'elle est chauffée, elle devient opaque, et quelquefois elle est décomposée par l'action de l'atmosphère; d'où il semble qu'on peut conclure qu'il entre essentiellement de l'eau dans sa composition.

Sous-Espèce 2. — *Opale commune.*

Cette pierre se rencontre dans beaucoup de pays, spécialement en Islande, aux îles Faro, en Irlande et en Allemagne. On la trouve tantôt en filons, tantôt disséminée, et le plus souvent dans des porphyres.

Sa couleur principale est le blanc avec diversité de nuances; telles que le blanc grisâtre, le blanc verdâtre, le blanc jaunâtre et le blanc de lait. Du blanc verdâtre la couleur passe au vert pomme ; du jaunâtre, elle tourne au jaune de miel et au jaune de cire, et quelquefois à une nuance intermédiaire entre le rouge de chair et le rouge de brique. Les variétés du blanc paraissent, entre l'œil et la lumière, d'un jaune de vin. A l'intérieur, cette opale est très-éclatante. C'est un éclat vitreux. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est demi-transparente, demi-dure, aigre, et très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 1,958 à 2,144.

Il se présente quelquefois des échantillons de cette variété avec des fentes. Ils s'imbibent facilement d'eau et adhèrent à la langue. Quelques opales perdent peu-à-peu leur transparence, mais elles la recouvrent lorsqu'on les trempe dans l'eau, et qu'on les imbibe de ce fluide. On les appelle alors *hydrophanes* ou *oculi mundi.*

Sous-Espèce 3. — *Demi-opale.*

Ce minéral, qui a été classé avec les pechsteins, est très-commun dans différentes parties du monde. Il se rencontre en morceaux anguleux et en filons dans le porphyre et dans les amygdaloïdes.

Ses couleurs ordinaires sont le blanc et le gris, savoir: le blanc jaunâtre, le blanc verdâtre et le blanc de lait; le gris jaunâtre, le gris verdâtre, le gris de cendres et le noir grisâtre; ses couleurs sont encore le vert poireau, le vert pomme et le vert olive; le jaune de miel, le jaune de cire, le brun jaunâtre, le brun marron et le brun de cheveu. Quelquefois plusieurs de ces couleurs se trouvent mélangées et présentent des dessins tachetés et nuagés. Ces couleurs sont ordinairement ternes. Cette espèce d'opale se trouve en masses et sous différentes formes particulières. Son éclat est le peu éclatant. Sa cassure est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est plus dure que l'opale commune. Elle est très-aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,540 *. Elle est infusible au chalumeau.

Sous-Espèce 4. — *Opale ligniforme.*

Ce minéral, qui se trouve près de Schemnitz et à Telkobanya en Hongrie, peut être considéré comme un bois imprégné d'opale. Il est en morceaux qui ont la forme de branches ou d'autres parties d'arbres. Ses couleurs sont le blanc grisâtre et le blanc jaunâtre, quelquefois le jaune d'ocre; le blanc grisâtre passe au gris de cendre et au noir grisâtre. A l'intérieur cette opale est peu éclatante. Sa cassure est plus ou moins parfaitement conchoïde; elle participe de la contexture du bois. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est translucide. Elle est plus dure que l'opale, et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,600.

Il existe entre ces deux espèces un rapport si intime, qu'il conviendrait peut-être mieux de les réunir. Elles paraissent consister principalement dans la silice.

On a formé la table qui suit des meilleures analyses qui en aient été faites jusqu'à présent.

---

* Klaproth.

	HYALITE.	OPALE précieuse	COMMUNE.	OPALE DE FEU.	DEMI-OPALE.	
Silice	92 [1]	90 [2]	93,5 [3]	92 [4]	82,75 [5]	85 [6]
Alumine	Trace.	—	—	—	3,50	3
Chaux	—	—	—	—	0,25	—
Oxide de fer	—	—	1,	0,25	3,00	1,75
Carbone	—	—	—	—	—	1
Eau	6,33	10	5	7,750	10,00	8
Bitume	—	—	—	—	—	0,33
Perte	1,67	—	0,5	—	0,50	0,92
	100,00	100	100,00	100,00	100,00	100,00

ESPÈCE 11. — *Ménilite* [7].

Cette pierre, qui existe dans une argile schisteuse à Ménilmontant, près de Paris, fut connue pour la première fois des minéralogistes en 1790. Elle est en masses tuberculeuses, à surface lisse, à côtes, recouverte quelquefois d'une croûte blanche. Sa couleur est le brun marron. Elle est chargée à l'extérieur de bandes d'un brun rougeâtre et d'un gris de perle qui alternent entre elles. A l'intérieur son éclat est le peu éclatant. Sa cassure en travers est parfaitement conchoïde; sa cassure en longueur est écailleuse à grandes écailles. Les fragmens sont à bords aigus. Cette pierre se présente en concrétions distinctes grenues, un peu longues et applaties, dont la surface est matte et couverte quelquefois d'une croûte blanche. Ce minéral est translucide sur les bords. Il raie le verre. Il est aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique 2,185 [8].

[1] Bucholz, Gehlen's Journal, second series. VIII, 177.

[2] Klaproth, Beitrage. II, 152.

[3] *Ibid.* p. 161.

[4] *Ibid.* IV, 159.

[5] Stucke.

[6] Klaproth, Beitrage. V, 29. L'échantillon venait de Mahren. Sa couleur était le noir grisâtre; sa pesanteur spécifique de 2,020.

[7] Klaproth, Beitrage. II, 165. Jameson. I, 248.

[8] Klaproth.

Ses parties constituantes sont :

Silice...........	85,5
Alumine.........	1,0
Chaux...........	0,5
Oxide de fer.....	0,5
Eau.............	11,
Perte...........	1,5
	100,0[1]

ESPÈCE 12. — *Le Jaspe*[2].

Ce minéral entre dans la composition de beaucoup de montagnes. Il se rencontre ordinairement en grosses masses amorphes formant des lits et des filons, quelquefois en morceaux arrondis ou anguleux. Il est communément opaque, ou translucide sur les bords; il est dur. Sa pesanteur spécifique est de 2,0 à 2,7. Ses couleurs sont variées. Au feu il ne décrépite pas.

Werner partage l'espèce jaspe en six sous-espèces, dont quelques-unes sont de nouveau subdivisées en sortes différentes pour la facilité de la description.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Jaspe égyptien.*

On n'a encore trouvé jusqu'à présent ce jaspe qu'en Egypte, et dans une ou deux contrées de l'Allemagne. Il est en morceaux arrondis, le plus ordinairement de forme sphérique, dont la surface est rude. Werner divise cette sous espèce, d'après sa couleur, en deux sortes.

I. *Jaspe égyptien brun.* On le trouve en Égypte au milieu d'une brèche dont les couches constituent la plus grande partie du sol de cette contrée. Sa couleur est le brun marron. Elle est quelquefois le brun jaunâtre, le jaune de crême et le gris jaunâtre. Vers le centre du minéral la couleur est le gris jaunâtre, et à l'extérieur c'est le brun jaunâtre et le jaune marron. La couleur brune forme des dessins rubanés concentriques entre lesquels le minéral est tacheté de noir. Il est peu éclatant. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Il est translucide

---

[1] Klaproth, Beitrage. II, 169.

[2] Kirwan's Min. I, 309. Borral, Hist. nat. de Corse. Henkel, Act. acad. nat. curios. V, 339. Brochant. I, 332. Jameson. I, 251.

sur les bords et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 2,564 à 2,600. Il passe quelquefois à l'état de caillou.

II. *Jaspe égyptien rouge.* On trouve ce minéral dans un lit d'argile rouge ferrugineuse, dans le grand duché de Bade. Sa couleur tient le milieu entre le rouge de sang et le rouge écarlate. Il est souvent de couleur jaune d'ocre à sa surface, et aussi d'un gris bleuâtre et d'un gris de fumée. Ces couleurs présentent des dessins zonaires. A l'intérieur l'éclat de ce jaspe varie du peu éclatant au mat. Sa cassure est conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Il est ordinairement opaque. Il est dur. Sa pesanteur spécifique est de 2,632.

Sous-Espèce 2. — *Le Jaspe Rubané.*

Ce minéral, qui se trouve en lits dans les collines, et qui même les constitue, est toujours en masse. Ses couleurs sont le gris de perle, les gris verdâtre et jaunâtre; les jaunes de crême et de paille; le vert poireau, le vert de montagne et le gris verdâtre ; le rouge de cerise, le rouge de chair, le rouge brunâtre et le bleu de prune. Ce jaspe présente toujours plusieurs de ces couleurs à-la-fois, ce qui lui donne un aspect rubané, et c'est de là que lui est venu le nom de jaspe rubané. Il est mat à l'intérieur. Sa cassure est assez parfaitement conchoïde, se rapprochant de la cassure terreuse fine. Les fragmens sont à bords assez aigus. Il est opaque ou translucide sur les bords. Il est assez dur, aigre, et aisément frangible.

Sous-Espèce 3. — *Jaspe porcelaine.*

Ce minéral est généralement considéré comme provenant originairement d'une argile schisteuse qui a été durcie par des feux souterrains, tels que ceux produits par la combustion des couches de charbon de terre, et, en effet, on le trouve toujours dans des positions qui semblent favoriser cette opinion. Il est ordinairement en masse et en morceaux anguleux, souvent avec des déchirures. Ses couleurs sont le gris de fumée, le gris bleuâtre, le gris jaunâtre et le gris de perle; le bleu lilas, le bleu de lavande; le rouge de brique; le jaunes d'ocre et de paille; le noir grisâtre et le gris de cendre. Il n'est généralement que d'une seule couleur; mais souvent il présente des dessins pointillés et nuagés. Il s'y trouve fréquemment aussi des empreintes végétales d'un

rouge de brique, et spécialement dans les variétés de bleu. A l'intérieur ce jaspe est brillant. Sa cassure est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Il est opaque. Il est dur, très-aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est 2,43.

Sous-Espèce 4. — *Jaspe commun.*

Cette sous-espèce, qui est très commune, se trouve en filons dans les montagnes primitives. Elle se rencontre le plus ordinairement en masse. Ses couleurs sont le brun jaunâtre, le brun de foie et le brun noirâtre, le jaune d'ocre et le rouge de sang, rarement le rouge écarlate et le rouge de cochenille; le rouge brunâtre, le noir brunâtre. Quelquefois plusieurs de ces couleurs sont réunies ensemble dans le même minéral. Son éclat à l'intérieur est le peu éclatant. Cet éclat tient le milieu entre ceux vitreux et résineux. Sa cassure est plus ou moins parfaitement conchoïde passant à la cassure unie et à la cassure terreuse. Les fragmens sont à bords plus ou moins aigus. Ce jaspe est ordinairement opaque, quelquefois translucide sur les bords. Il est assez dur, aigre et aisément frangible.

Sous-Espèce 5. — *Le Jaspe agathe.*

Ce jaspe se rencontre dans les agathes et dans les amygdaloïdes. Il est toujours en masse. Ses couleurs sont le blanc jaunâtre; les jaunes de crême et de paille; le blanc rougeâtre et le rouge de chair. Les couleurs sont distribuées en zônes et en rubans. Il est sans éclat. Sa cassure est conchoïde. Les fragmens sont à bords à peine aigus. Il est ordinairement opaque. Il est assez dur. Souvent il happe à la langue.

Sous-Espèce 6. — *Le Jaspe opale.*

Ce minéral se trouve en nids dans le porphyre en Hongrie, et dans la Sibérie; il est en masse. Ses couleurs sont le rouge écarlate, le rouge de brique, le rouge de sang et le rouge brunâtre; le brun noirâtre tournant par fois au brun de foie et au jaune d'ocre. Les couleurs se présentent quelquefois en taches et en veine. A l'intérieur son éclat est l'éclatant, et presque le très-éclatant. Cet éclat tient le milieu entre celui du verre et l'éclat gras. Sa cassure est parfaitement conchoïde applatie. Les fragmens sont à bords très-aigus. Ce jaspe est ordinairement opaque; quelquefois translucide sur

les bords. Il est aigre et aisément frangible. Cette sous-espèce forme le passage du jaspe à l'opale.

VIII. FAMILLE PITCH-STONE,

Pitch-stone, *pierres de poix* ou *pechsteins*.

Cette famille comprend quatre espèces différentes, savoir : *l'obsidienne*, *la pierre de poix*, *la pierre de perle* et *la pumice*.

Espèce 1.re — *Obsidienne* [1].

Cette pierre se trouve mélangée avec la pierre de perle de Hongrie. Elle est commune en Islande, en Sibérie, dans les îles du levant et dans l'Amérique méridionale. Elle se présente en morceaux anguleux et en grains arrondis. Sa couleur principale est le noir de velours qui passe quelquefois au noir grisâtre, au noir brunâtre et au noir verdâtre; au gris de cendre, au gris de fumée, au brun de girofle et au brun de cheveu. Cette pierre est souvent rubanée et tachetée. Sa cassure est parfaitement conchoïde. A l'intérieur elle est très-éclatante; c'est l'éclat du verre. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est transparente, quelquefois translucide seulement. Elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,348 à 2,432 [2]. Au chalumeau elle se fond en une masse opaque grisâtre.

Espèce 2. — *La Pierre de poix* [3].

Cette pierre, qui se rencontre dans différentes parties de l'Allemagne et de la France, ainsi que dans d'autres pays, a reçu ce nom à raison de la ressemblance qu'on a cru lui trouver avec la poix. Elle se présente en couches dans le porphyre. Elle est en masse. Ses couleurs sont le noir, le vert, le brun, le rouge, le gris, et toutes, dans des nuances diverses. Sa cassure est imparfaitement conchoïde; elle passe quelquefois à la cassure écailleuse. A l'intérieur elle passe de l'éclatant au brillant; cet éclat tient le milieu entre l'éclat gras et celui du verre. Elle est translucide, dure,

---

[1] Kirwan. I, 221. Brochant. I, 288. Haüy. IV, 494. Jameson. I, 270.

[2] Humboldt, Gehlen's Journ. V, 122.

[3] Kirwan. I, 292. Brochant. I, 353. Haüy. IV, 386. Jameson. I, 276.

aigre, très-aisément frangible; elle cède souvent même à l'action de l'ongle. Sa pesanteur spécifique varie de 2,314 [1] à 1,645 [2]. Elle est fusible au chalumeau. A la chaleur de 21° de Wedgewood, elle se boursouffle un peu; à 31° elle se ramollit. La variété verte de cette pierre venant d'Arran, prend la couleur d'un blanc parfait et devient poreuse à 70° [3].

ESPÈCE 3e. — *Pierre de perle*, *perlstein* [4].

Ce minéral, qui se trouve à Tokai en Hongrie, au Kamschatka, et en Irlande, fut d'abord connu des minéralogistes sous le nom de *zéolite volcanique*. Werner, en l'introduisant dans son systême, lui donna celui de *pierre de perle*. Ce minéral est en couches dans du porphyre, ordinairement sous forme bulbeuse et à bulbes arrondies. Sa couleur ordinaire est le gris, et quelquefois c'est le noir et le rouge. Les variétés du gris sont le gris de fumée, le gris de cendre, le gris de perle et les gris bleuâtre et jaunâtre. Du gris de cendre la couleur passe au noir grisâtre, et du gris de perle elle tourne au rouge de chair, au rouge de brique, et au brun rougeâtre. Il est éclatant; c'est l'éclat nacré. Sa cassure, qu'on peut à peine distinguer, paraît être imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords obtus. Ce minéral se présente en concrétions distinctes, grandes, anguleuses, grenues. Ces concrétions en offrent d'autres en petits grains arrondis, et ces dernières concrétions sont encore formées de concrétions distinctes lamellaires très-minces. La pierre de perle est translucide sur les bords, peu aigre, très-frangible. Elle est tendre. Sa pesanteur spécifique est de 2,340 [5].

ESPÈCE 4.e — *Pumice* [6].

Cette pierre se trouve en grande abondance dans les îles de Lipari. On la rencontre aussi sur les bords de Rhin et dans la Hongrie. Elle est ordinairement en masses bulbeuses. Ses couleurs sont le gris jaunâtre clair et le gris de fumée; quelquefois le gris de cendre. Son éclat, dans sa cassure princi-

---

[1] Bumenbach.
[2] Klaproth.
[3] Jameson. I, 262.
[4] *Ibid.* p. 281. Klaproth. III, 326.
[5] Klaproth.
[6] Jameson, p. 284.

pale, est le peu éclatant, c'est l'éclat nacré; dans la cassure en travers cet éclat est celui de verre. La cassure principale est fibreuse à fibres courbes parallèles; la cassure en travers est inégale et imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords obtus et esquilleux. Ce minéral est translucide sur les bords. Il est tendre, très-aigre et aisément frangible. Il surnage l'eau.

On a établi, dans la table qui suit, les parties constituantes des minéraux qui précèdent, d'après les analyses les plus exactes qui aient été faites jusqu'à présent, savoir :

	OBSIDIENNE.				PIERRE de poix.	PIERRE DE PERLE.		PUMICE.
	[1]	[2]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Silice.....	72,0	72	71	78	73	75,25	77	77,50
Alumine. .	12,5	14,2	13,4	10	14,50	12,00	13	17,50
Chaux....	—	1,2	1,6	1	1,0	0,50	—	—
Oxide de fer.	2,0	3,	4,0	2	1,0	1,60	2	1,75
Oxide de Manganèse.	—	—	—	1,6	0,10	—	—	—
Potasse... } Soude.... }	10	3,3	5					3,00
Potasse...				6	—	4,50	2	
Soude....				—	1,75	—	0,7	
Eau......	—	—	—	—	8,50	4,50	4	—
Perte.....	3,5	6,3	5	1,4	0,15	1,65	1,3	0,25
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,0	100,00

Il paraît, d'après ces analyses, que toutes les espèces sont à-peu-près composées des mêmes ingrédiens, savoir : six parties environ de silice, une partie d'alumine et une portion d'alcali fixe.

[1] Descotils, Gehlen's Journ. V, 122.
[2] Drappier, *ibid.*
[3] Vauquelin, *ibid*, p. 230.
[4] Klaproth, Beitrage. III, 265.
[5] *Ibid.* p. 331.
[6] Vauquelin, Gehlen's Journ. V, 230. Klaproth, Beitrage. III, 265.

IX. FAMILLE ZÉOLITHE.

Cette famille contient onze espèces, savoir : la *wavellite*, la *prehnite*, la *mésotype*, la *natrolite*, la *stilbite*, l'*apophyllite*, l'*analcime*, la *chabasite*, la *pierre de croix*, la *lomonite*, la *dipyre*.

Espèce 1.re — *Wavellite* [1].

L'hydrargilite de Davy.

Ce minéral fut trouvé il y a long-temps par le docteur Wavell, dans une carrière près de Barnstaple dans le Devonshire. Le docteur Babington en fit l'examen, et jugea d'après ses caractères physiques, qu'il différait de tous les minéraux précédemment décrits. Il lui donna le nom de *wavellite* de celui du docteur Wavell qui l'avait rencontré pour la première fois. Elle a été trouvée depuis dans d'autres lieux. Humbolt en a apporté des échantillons de Huelgayoc dans l'Amérique méridionale.

M. Grégor, qui eut occasion d'examiner plusieurs échantillons de ce minéral venant de la mine appelée Stenna Gwyn dans la paroisse de St.-Etienne dans le Cornouaille, l'a distingué en deux sous-espèces.

Sous-Espèce 1.re — *Wavellite tendre.*

Cette sous-espèce consiste dans un assemblage de cristaux menus attachés en touffes à du quartz, et rayonnant du point d'adhérence. Tantôt ils adhèrent fortement, et tantôt on les sépare avec facilité. La dimension des cristaux varie. Ils ont quelquefois l'apparence d'une poussière fine, ou d'un duvet dont la grosseur n'excède pas celle d'un cheveu, et dont la longueur est rarement de plus de six millimètres. La forme de ces cristaux paraît être celle d'un prisme tétraèdre. Leur cassure est rhomboïdale. La couleur de ce minéral est le blanc. Sa surface est quelquefois tachetée de jaune d'ocre. Il se réduit facilement en poudre d'une blancheur éclatante. Il est transparent. Sa pesanteur spécifique est de 2,22 ; il est infusible au chalumeau [2].

---

[1] Davy, Nicholson's Journ. XI, 153. Grégor, *ibid.* XIII, 247. Jameson. I, 334.

[2] Grégor.

Sous-Espèce 2. — *Wavellite compacte.*

On appelle wavellite compacte la pierre de ce nom, lorsqu'elle consiste en un assemblage de cristaux étroitement serrés ensemble et intimement unis sous la forme de protubérances mamillaires de la grosseur d'un petit pois. Il se trouve du quartz, recouvert d'une couche de ces cristaux d'environ trois millimètres d'épaisseur, dans des cavités de granit. Les stries divergent d'un centre. La couleur de cette pierre est la même que celle de la wavellite tendre. Elle n'est pas assez dure pour rayer le spath calcaire. Sa pesanteur spécifique est de 2,253. Elle ne s'imbibe pas d'eau. Chauffée brusquement elle décrépite[1]. Elle ne devient électrique ou phosphorescente ni par la chaleur, ni par la fusion[2]. Elle semble être un hydrate d'alumine. On a présenté, dans la table qui suit, les résultats des analyses qui en ont été faites jusqu'à présent.

Alumine....	70[3]	58,70[4]	71,50[5]	68,0[5]	81,70[6]
Silice.......	—	6,12	—	4,5	—
Chaux......	1,4	0,37	—	—	4,00
Oxide de fer.	—	0,19	0,50	1	—
Magnésie....	—	—	—	—	0,83
Eau.........	26,2	30,75	28	26,5	13,50
Potasse......	—	—	—	—	0,50
Perte.......	2,4	3,87	—	—	—
	100,0	100,00	100,00	100,0	100,53

Si nous considérons comme correcte l'analyse de M. Grégor, et d'après son exactitude bien connue, je suis disposé à y avoir confiance, la wavellite est un composé de 1 atôme alumine et de 1 atôme eau.

[1] Gregor.
[2] Davy.
[3] Davy, Nicholson's Journ. II, 157. Davy trouva une petite portion d'acide fluorique.
[4] Gregor, *ibid*, XIII. 254.
[5] Klaproth, Beitrage. V, 106. Le premier échantillon venait de Barnstable, le second de Hualgayoc.
[6] John, Annals of Philosophy. IV, 216. Il appelle l'échantillon wavellite terreux.

ESPÈCE 2. — *Prehnite*[1].

Quoique Sage[2], Romé de Lisle[3] et d'autres minéralogistes eussent fait mention de cette pierre, ce fut Werner qui, le premier, en établit convenablement la distinction, et en fit une espèce distincte. L'échantillon de ce minéral qu'il examina avait été rapporté du cap de Bonne-Espérance par le colonel Prehn, d'où la pierre a pris son nom de *prehnite*. Elle fut trouvée près du Dunbarton, par M. Grotche[4], et depuis on l'a rencontrée dans d'autres parties de l'Ecosse.

Elle se présente en masse et cristallisée. La forme primitive des cristaux est un prisme rhomboïdal rectangulaire. Quelquefois ces cristaux sont des tables irrégulières à six faces, et d'autres fois ce sont des parallélipipèdes rhomboïdaux comprimés.

Les couleurs de la prehnite sont le blanc verdâtre, le gris verdâtre, le vert de montagne, le vert pomme, le gris jaunâtre et le vert jaunâtre. Elle est éclatante, c'est un éclat nacré; sa cassure est quelquefois lamelleuse avec clivage simple imparfait, et quelquefois elle est rayonnée. Les fragmens sont à bords aigus. Les variétés de la prehnite à cassure lamelleuse sont composées de concrétions distinctes grenues, et les variétés à cassure rayonnée sont formées de concrétions distinctes cunéiformes. Cette pierre est translucide, quelquefois transparente. Elle raie légèrement le verre. Elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 2,097 à 2,6969[5]. Traitée au chalumeau, elle bouillonne fortement et se fond en émail brun. La table qui suit présente les résultats des expériences faites jusqu'à présent pour déterminer la composition de ce minéral.

---

[1] Kirwan. I, 274. Hassenfratz, Journ. de Phys. XXXII, 81. Sage, *ibid.* XXXIV, 446. Klaproth, Beob. der Berlin. 2 band 211; et Ann. de Chim. I, 201. Haüy. III, 167. Brochant. I, 295. Jameson. I, 290.

[2] Min. I, 232.

[3] Cristallog. II, 275.

[4] Ann. de Chim. I, 213.

[5] Haüy.

	1	2	3	4	5	6
Silice.	43,83	50,0	42,5	42,875	43,00	48
Alumine..	30,33	20,4	28,5	21,500	23,25	24
Chaux.	18,33	23,3	20,4	26,500	26,00	23
Magnésie.	—	0,5	—	Trace.	Trace.	—
Oxide de fer.	5,66	4,9	3,0	—	2,00	4
Oxide de manganèse.	—	—	—	0,25	0,25	—
Potasse et soude. . .	—	—	2,0	—	—	—
Eau.	1,16	0,9	0,75	4,625	4,00	—
Perte.	0,69	—	2,85	1,250	1,50	1
	100,00	100,0	100,00	97,000	100,00	100

Ces analyses indiquent des combinaisons de silicate d'alumine, de silicate de chaux, et peut-être aussi de silicate de fer avec de l'eau. Mais ces combinaisons varient trop pour qu'il nous soit possible de déterminer le nombre d'atômes de chaque silicate, qui entre dans la composition de la prehnite.

Espèce 3. — *Zéolite*[6].

Mesotype de Haüy.

Ce fut Cronstedt qui observa le premier ce minéral, qu'il décrivit dans les Transactions de Stockolm pour 1756, et auquel il donna le nom qu'il porte aujourd'hui. Mais c'est par Werner et par Haüy que nous avons eu une distinction exacte de ses différentes variétés. Je me propose de restreindre ici le nom de zéolite à l'espèce minérale qui a été distinguée par Haüy sous le nom de mésotype.

On la trouve tantôt en masse, tantôt globuleuse, et le plus souvent cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Haüy, celle d'un prisme droit dont les bases sont des carrés; mais elle cristallise le plus ordinairement en longs prismes quadrangulaires terminés par des pyramides surbaissées, à quatre faces[7].

---

[1] Klaproth, Ann. de Chim. I, 208.
[2] Hassenfratz, *ibid.*
[3] Laugier, *ibid.* LXXV, 78.
[4] Gehlen, Sweigger's Journ. III, 182.
[5] Vauquelin, Haüy. IV, 378.
[6] Kirwan. I, 278. Guettard. IV, 637. Bucquet, Mém sav. étrang. IX, 576. Pelletier, Journ. de Phys. XX, 420. Haüy, III, 151. Brochant. I, 298. Jameson. I, 297.
[7] Haüy, Journ. des Min. N.° XIV, 86.

Les couleurs de cette pierre sont le blanc jaunâtre, le blanc grisâtre, le blanc rougeâtre et le blanc de neige. A l'extérieur son éclat est l'éclatant, à l'intérieur il est le peu éclatant, et c'est dans l'un et l'autre cas l'éclat nacré; sa cassure est rayonnée à rayons larges ou étroits. Les fragmens sont quelquefois cunéiformes; elle est composée de grosses concrétions distinctes un peu alongées. Elle est translucide, quelquefois demi-transparente; elle donne une réfraction double. Elle raie le spath calcaire; elle est aigre, aisément frangible; elle absorbe l'eau. Sa pesanteur spécifique est de 2,0833; elle est électrique par la chaleur comme la tourmaline[1]; traitée au chalumeau, elle bouillone[2], en donnant une lueur phosphorescente, et se fond en un émail blanc transparent, trop tendre pour rayer le verre et soluble dans les acides. Elle se dissout lentement et partiellement dans les acides sans effervescence, et elle finit, lorsque la quantité du liquide n'est pas trop considérable, par se convertir en une sorte de gelée.

La substance appelée par Werner *zéolite farineuse* n'est simplement qu'une variété de cette espèce. Sa couleur est le blanc jaunâtre ou le blanc rougeâtre. On la trouve en masse et corraliforme; quelquefois elle enveloppe les autres sous-espèces en couches superficielles. A l'intérieur elle est matte. Sa cassure est terreuse, quelquefois elle est à fibres déliées. Les fragmens sont à bords obtus. Cette variété est opaque, très-tendre, aisément frangible. Elle est légère. Elle donne, lorsqu'on la gratte avec les doigts, un cri sourd qui ressemble assez à celui de briques qu'on fait cuire.

Le minéral appelé *pierre d'aiguille*, qui n'a encore été trouvé jusqu'à présent qu'en Islande et en Angleterre, est également une variété de zéolite. Sa couleur ordinaire est le blanc jaunâtre. Elle se rencontre en masse, et cristallisée en prismes tétraèdres rectangles aciculaires, terminés en un biselement un peu obtus par quatre plans posant sur les faces latérales. Les cristaux sont quelquefois scapiformes agrégés, et quelquefois ils s'entrecoupent les uns les autres. Ils sont striés longitudinalement. A l'extérieur ils sont éclatans tendant au très-éclatant. A l'intérieur ils sont brillans, c'est l'éclat du verre. La cassure principale est imparfaitement rayonnée, à rayons

---

[1] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 276.

[2] D'où est venu le nom de zéolite, de [illegible], *bouillir*, et [illegible], *pierre*

droits et étroits. La cassure en travers est inégale et avec aspect vitreux. Cette variété est composée de concrétions distinctes scapiformes très-minces, réunies de nouveau en grosses concrétions anguleuses. Les échantillons amorphes sont translucides ; les cristaux sont transparens. Cette variété est dure, facile à casser.

La table qui suit présente les résultats des expériences qui ont été faites jusqu'à-présent pour déterminer la composition de la zéolite.

Silice	49[1]	50,24[2]	60,0[3]	54,40[4]
Alumine	27	29,30	15,6	19,70
Chaux	—	9,46	8,0	1,61
Oxide de fer	—	——	1,8	——
Soude	17	——	—	15,09
Eau	9,5	10	11,6	9,83
Perte	—	1	3,0	—
	102,5	100,00	100,0	100,63

Espece 4. — *Natrolite*[5].

Ce minéral, qui fut décrit et analysé pour la première fois par Klaproth, reçut son nom de ce chimiste, à raison de la grande quantité de soude qu'il contient. On ne l'a encore trouvé, jusqu'à présent, que dans les montagnes de la Souabe, au lieu où elles confinent à la Suisse, et à Burnt-Island en Ecosse.

Smithson a fait voir que ce minéral n'est qu'une variété des espèces précédentes.

Ses couleurs sont le blanc jaunâtre, le jaune de crême et le brun jaunâtre clair. Ces couleurs forment des bandes qui se courbent dans la direction de la surface extérieure. Cette pierre se rencontre en masse et réniforme. Les cristaux sont les mêmes que ceux de zéolite. Sa surface est druse et couverte de petits cristaux qui semblent être de forme rhomboïdale. Son éclat à l'intérieur est le brillant. Sa cassure est fibreuse à fibres dé-

---

[1] Smithson, Phil. Trans. 1811, p. 171.

[2] Vauquelin, Journ. des Min. N.o XLIV, p. 576. Une zéolite en aiguilles, venant de Ferro.

[3] Hisinger, Afhandlingar. III, 313. Une zéolite farineuse de Fahlun.

[4] Gehlen, Schweigger's Journ. VIII, 355.

[5] Jameson. I, 332.

liées. Elle se rencontre en concrétions distinctes grenues. Elle est plus dure que la staurolite. Elle est translucide sur les bords, et facilement frangible. Au chalumeau la natrolite se fond aisément en un verre transparent rempli de cavités. Sa pesanteur spécifique est de 2,229. Ses parties constituantes sont[1] :

Silice	48,00
Alumine	24,25
Oxide de fer	1,75
Soude	16,50
Eau	9
Perte	0,50
	100,00

Si nous comparons cette analyse avec celle de la zéolite par Smithson, il en résultera évidemment que les deux minéraux ne forment qu'une espèce.

Espece 5. — *Stilbite*[2].

Cette espèce, qui est la zéolite lamelleuse de Werner, se trouve en masse, ou en morceaux globuleux, ou cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit à bases rectangles. Elle cristallise aussi en dodécaèdres consistans en prismes tétraèdres à faces hexagonales, terminés par des sommets tétraèdres dont les faces sont des parallélogrammes obliquangles; ou en prismes hexaèdres dont deux angles solides sont remplacés par des facettes triangulaires[3].

Les couleurs de la stilbite sont le blanc jaunâtre ou le blanc grisâtre, et quelquefois, quoique rarement, le blanc de neige et le blanc rougeâtre. Son éclat à l'intérieur est l'éclatant. Il est nacré. La cassure est parfaitement lamelleuse à lames un peu courbes. Le clivage est simple. Elle est composée de concrétions distinctes grenues, et par fois lamellaires. La stilbite, lorsqu'elle est cristallisée, est transparente, et translucide lorsqu'elle est en masse. Sa dureté est inférieure à celle de la zéolite. Elle est aigre. Sa pesanteur spécifique est 2,500[4]. Sa poussière exposée à l'air y prend de la liaison et elle ad-

---

[1] Klaproth, Beitrage. V, 44.
[2] Jameson. I, 307.
[3] Haüy, Journ. des Min. N.° XIV, 86.
[4] *Ibid.* N.° XXVIII, 276.

hère comme si elle avait absorbé de l'eau. Cette poussière mise avec du sirop de violettes étendu d'eau le verdit fortement. Chauffée dans un creuset de porcelaine, à un grand feu, elle se boursoufle et prend la couleur et la demi-transparence du biscuit de porcelaine. Elle perd dans cette opération les 0,185 de son poids. Traitée au chalumeau elle bouillonne comme le borax et se fond ensuite en un émail blanc opaque [1]. Elle ne se réduit point en gelée dans les acides, et ne devient point électrique par la chaleur.

La zéolite fibreuse de Werner n'est qu'une variété de cette espèce. On la trouve en masse, en morceaux arrondis, et aussi en cristaux capillaires. Ses couleurs sont le blanc de neige, le blanc jaunâtre, le blanc verdâtre, le blanc rougeâtre; le jaune d'ocre, le gris verdâtre, le rouge de chair. A l'intérieur elle est brillante; son éclat est nacré. Sa cassure est fibreuse à fibres fines; quelquefois elle est esquilleuse. Les fragmens sont cunéiformes. On la trouve en concrétions distinctes grenues. Elle est translucide, demi-dure, aisément frangible.

On a établi, dans la table qui suit, la composition de cette espèce d'après les expériences les plus exactes qui en aient été faites jusqu'à présent.

Silice	55,615 [2]	58 [3]	52 [4]
Alumine	16,681	16,1	17,5
Chaux	8,170	9,2	9
Soude	1,536	»	»
Eau	19,300	16,4	18,5
Perte	»	0,3	3,0
	101,302	100,0	100,0

Espèce 6. — *Apophyllite*[5] (*Ichthyophthalmite*).

On dit que ce minéral se trouve à Uton en Sudermanie. Sa couleur est le blanc jaunâtre, le blanc rougeâtre, le blanc grisâtre et le blanc verdâtre. On le rencontre en masse et cristallisé en rhomboïdes qui devient très-peu de cubes, en

[1] Vauquelin, Journ. des Min. XXXIX, 161.
[2] Gehlen, Schweigger's Journ. VIII, 355.
[3] Hisinger, Afhandlingar. IV, 357.
[4] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXXIX, 164.
[5] Jameson. I, 312.

tables à quatre faces rectangulaires, ayant leurs bords tronqués, et en tables à six faces épaisses. A l'extérieur les cristaux sont très-éclatans, et ils se distinguent par un éclat caractéristique. A l'intérieur l'éclat est le peu éclatant et nacré. La cassure principale est lamelleuse, avec simple clivage parallèle aux faces latérales de la table; elle est très-éclatante. La cassure en travers est inégale à fins grains; elle est peu éclatante. Ce minéral est demi-transparent, quelquefois translucide; demi-dur, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,491. Au chalumeau il bouillonne et se fond en un grain opaque [1]. Les parties constituantes de ce minéral sont :

Silice	52 [2]	51 [3]
Chaux	24,5	28
Potasse	8,1	4
Eau	15,0	17
Perte	0,4	»
	100,0	100

ESPÈCE 7. — *Analcime* [4].

Cubizite de Werner.

La connaissance de cette pierre est due à Dolomieu, qui la découvrit près de Catane en Sicile. On la trouve cristallisée dans les cavités du Basalte. Elle fut établie pour la première fois comme espèce distincte par Haüy. Jusque-là les minéralogistes l'avaient confondue avec la zéolite.

Cristaux. La forme primitive des cristaux de l'analcime est le cube. On la trouve quelquefois cristallisée en cubes dont les angles solides manquent, chacun d'eux étant remplacé par trois facettes triangulaires. Elle se rencontre aussi quelquefois en polyèdres à 24 faces. A l'extérieur elle est très-éclatante, et cet éclat tient le milieu entre l'éclat nacré et celui du verre. A l'intérieur elle est éclatante. Sa cassure est très-imparfaitement lamelleuse. Le clivage est triple et parallèle aux côtés du cube. Les fragmens se rapprochent de la forme cubique. L'analcime tend à l'état de concrétions distinctes

---

[1] Fourcroy et Vauquelin.
[2] Rose, Gehlen's Journ. V, 44.
[3] Fourcroy et Vauquelin, Ann. du Mus. d'Hist. nat. I, 472.
[4] Haüy. III, 180. Brochant. I, 309. Jameson. I, 317.

grenues. Elle est translucide, dure. Elle raie légèrement le verre. Sa pesanteur spécifique est de 2,244. Sa couleur est le blanc et quelquefois le rouge. Elle n'acquiert qu'un très-petit degré d'électricité par le frottement et avec difficulté [1]. Chauffée au chalumeau, elle se fond sans se boursoufler en un verre blanc demi-transparent [2].

Ses parties constituantes sont :

Silice	58 [3]	50 [4]
Alumine	18	20
Chaux	2	4,5
Soude	10	4,5
Eau	8,5	21,0
Perte	3,5	—
	100,0	100,0

Espèce 8. — *Chabasite* [5].

Ce minéral, qui fut distingué et séparé pour la première fois de l'espèce précédente par Bosc d'Antic et par Haüy, se trouve près d'Oberstein en Allemagne. On le rencontre ordinairement cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est le rhomboïde, différant très-peu du cube, ayant l'angle à son sommet de 93°,50′. Il se présente quelquefois sous cette forme, et dans d'autres circonstances, six de ses bords sont tronqués, et les troncatures se réunissent trois à trois sur deux angles opposés, tandis que les six autres angles sont tronqués. On le trouve d'autres fois cristallisé en pyramides doubles à six faces appliquées base à base, ayant les six angles à la base tronqués et les trois bords aigus de chaque pyramide également tronqués. La couleur de cette pierre est le blanc. Elle a quelquefois de la transparence. Sa pesanteur spécifique est 2,7176. Elle raie légèrement le verre. Elle se fond aisément au chalumeau en une masse blanche spongieuse.

---

[1] D'où lui a été donné par Haüy le nom d'*analcime*, de ἀναλκις, faible.

[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XIV, 86, et N.° XXVIII, 278.

[3] Vauquelin, Tableau compar. de Haüy, p. 199.

[4] *Ibid.*

[5] Haüy. III, 176. Brechant. I, 309. Jameson. I, 321.

Ses parties constituantes sont :

Silice.............	43,33
Alumine...........	22,66
Chaux..........	3,34
Soude avec potasse..	9,34
Eau...............	21,00
Perte	0,33
	100,00[1]

ESPÈCE 9. — *Pierre de croix*[2].

Andréolite de Lamétherie; *Hyacinthe blanche cruciforme*, var. 9, de Romé Delisle; *Harmotome* de Haüy.

On a trouvé cette pierre à Andréasberg au Hartz, et à Strontian en Écosse. Il paraît qu'elle y est dans des filons. On l'a rencontrée depuis en cristaux, garnissant l'intérieur de géodes d'agathes d'Oberstein. C'est à raison de la forme de ses cristaux que les minéralogistes donnèrent à ce minéral le nom de *pierre cruciforme*. Ces cristaux sont formés de deux prismes tétraèdres comprimés, terminés par des pyramides tétraèdres, les deux prismes se croisant à angles droits et le plan de l'intersection traversant longitudinalement les prismes. Quelquefois ces prismes se présentent solitaires. La forme primitive est un octaèdre à triangles isocèles. Les faces latérales des cristaux sont striées en longueur.

La couleur de ce minéral est le blanc grisâtre. Il est éclatant. Son éclat tient le milieu entre l'éclat nacré et celui du verre. La cassure en travers est inégale, quelquefois un peu conchoïde. La cassure en longueur est lamelleuse; cette pierre est translucide. Elle raie facilement le verre. Elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 2,333 à 2,361. Chauffée lentement elle perd les 0,15 ou les 0,16 de son poids et tombe en poussière. Elle fait effervescence avec le borax et le sel microcosmique, et se réduit en une masse opaque verdâtre. Avec la soude elle se fond en un émail blanc écumeux. La poussière de cette pierre jetée sur un charbon ardent donne une phosphorescence d'un jaune verdâtre[3].

---

[1] Vauquelin, Ann. du Mus. d'Hist. nat. IX, 333.

[2] Kirwan. I, 282. Haüy. III, 191. Brochant. I, 311. Jameson. I, 324. Gillot, Journ. de Phys. 1793, p. 1 et 2.

[3] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 280.

Ses parties constituantes sont :

Silice.........	49[1]	47,5[2]
Alumine.......	16	19,5
Barite.........	18	16
Eau...........	15	13,5
Perte.........	2	3,5
	100	100,0

Espèce 10. — *Lomonite*[3].

Werner appela ainsi ce minéral du nom de Gillet-Laumont, qui le trouva en 1785 dans la mine de plomb du Huelgoët où il tapissait des portions de la roche qui renferme le filon. Sa couleur est le blanc de neige. Il est en masse. Quelquefois cristallisé. La forme primitive est un octaèdre rectangulaire. Sa cassure est lamelleuse. La surface des lames est striée, ce qui donne à la surface de ce minéral un éclat particulier. Son éclat est l'éclatant, nacré. La lomonite est formée de concrétions distinctes grenues un peu alongées. Elle est à peine translucide. Elle est très-tendre, se laissant couper au couteau. Elle est aisément frangible. Elle est légère.

Ce minéral, tant qu'on le tient à l'abri du contact de l'air, conserve un certain degré de consistance; mais si on l'expose à l'action de l'atmosphère, les lames dont il se compose se désunissent promptement, et bientôt il ne consiste plus que dans un amas de parcelles.

Espèce 11. — *Dypire*[4].

Schmelzstein de Werner.

Ce minéral a été trouvé à Mauléon, dans les Pyrénées, engagé soit en masses fasciculaires, soit en petits cristaux prismatiques dans une roche de stéatite. Sa couleur est le blanc rougeâtre ou le blanc grisâtre. Sa cassure en longueur est lamelleuse, avec indices de lames parallèlement aux plans du prisme hexaèdre régulier. Son éclat est l'éclatant; c'est celui du verre. Il est dur, aisément frangible. Sa pe-

---

[1] Klaproth, Beitrage. II, 83.
[2] Tassaert, Tableau compar. de Haüy, p. 201.
[3] Jameson. II, 540. Haüy. IV, 410.
[4] Brochant. II, 508. Haüy. III, 242. Jameson. I, 330.

santeur spécifique est de 2,630. Ce minéral se fond au chalumeau avec bouillonnement; sa poussière jetée sur un charbon ardent donne une légère lueur phosphorique.

Ses parties constituantes sont :

Silice.........	60
Alumine.......	24
Chaux.........	10
Eau..........	2
Perte.........	4
	100 [1]

X. FAMILLE PIERRE D'AZUR.

Famille Pierre d'azur.

Cette famille contient quatre espèces, savoir : le *lazulite*, l'*azurite*, l'*hauyne*, le *spath bleu*.

Espèce 1re. *Lazulite* [2].

Cette pierre, qui se trouve principalement dans les parties septentrionales de l'Asie, fut connue pendant long-temps des minéralogistes sous le nom de *lapis-lazuli*.

Sa couleur est le bleu d'azur. Elle passe dans quelques variétés de la pierre au bleu de Prusse, et dans d'autres au bleu de smalt. On la trouve en masse, disséminée et en morceaux arrondis. Son éclat est le peu éclatant; sa cassure est inégale à petits grains, Elle est translucide sur les bords; elle raie le verre; elle est aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,76 à 2,945 [3].

A un feu de 100 degrés de Wedgewood, le lazulite conserve sa couleur; à un feu plus violent il se boursoufle et se fond en une masse d'un noir jaunâtre. Il fait un peu effervescence avec les acides, et il s'y dissout en une gelée lorsqu'il a été préalablement calciné. Margraff publia une analyse du lazulite dans les mémoires de Berlin pour 1758. Cette analyse de Margraff a été confirmée depuis par Klaproth. Clément et Desormes ont découvert le lazulite cristallisé, et ils en ont rapporté la forme au dodécaèdre à plans rhombes [4].

---

[1] Vauquelin, Haüy. III, 243.

[2] Kirwan. I, 283. Haüy. III, 145. Brochant. I, 313. Jameson. I, 337.

[3] Brisson

[4] Ann. de Chim. L, 144.

Ses parties constituantes sont, d'après l'analyse de Klaproth, savoir :

Silice.	46,0
Chaux	28,0
Alumine.	14,5
Oxide de fer. . . .	3,0
Sulfate de chaux.	6,5
Eau.	2
	100,0 [1]

ESPÈCE 2. — *Azurite* [2].

Lazulite de Werner.

Ce fut Klaproth qui fit connaître cette substance aux minéralogistes. L'ayant trouvée à Vorau en Autriche, il en donna une courte description, dans laquelle il prouva que ce minéral différait de tout autre connu. On avait rencontré, depuis, en Styrie, près de Waldbach, et dans les environs de Neustadt, une substance à laquelle le même nom avait été donné, et cette substance fut analysée et décrite en 1806 par Bernhardi et Trommsdorff [3]; à-peu-près dans le même temps, le baron Von Moll découvrit un minéral, qu'on appela d'abord *mollite*, et auquel on donna, depuis, le nom de *sidérite*, et Mohs fit voir que ce minéral était le même que l'azurite. En 1807, Léonhard [4] publia une description du *lazulite* et de la *sidérite*, dans laquelle il les considère comme deux espèces distinctes. Suivant lui, Bernhardi, Trommsdorff et Mohs, n'avaient vu que le lazulite, et non la sidérite. La description du lazulite par Léonhard, diffère considérablement de celle de Bernhardi. En 1807 [5], Klaproth publia une description et l'analyse d'un minéral de Krieglach en Styrie, qu'il appela *lazulite ;* mais ce minéral différait évidemment dans ses propriétés, et du *lazulite* et de la *sidérite* des précédens écrivains. J'applique ici le nom d'*azurite* au minéral originairement annoncé par Klaproth, comme se rencontrant à Vorau.

[1] Beitrage. I, 196. La chaux était à l'état de carbonate.
[2] Jameson's Min. I, 341.
[3] Gehlen's Journ. Sesond series. I, 204.
[4] *Ibid.* III, 101.
[5] Beitrage. IV, 279.

Il se trouve en couches dans du schiste micacé, et suivant Léonhard dans des fentes de schiste argileux. Sa couleur tient le milieu entre le bleu de Prusse et le bleu de smalt. Il se présente disséminé, ou en cristaux qui sont imparfaits, mais qui paraissent être des prismes tétraèdres très-obliques[1]. Les pans des prismes sont quelquefois lisses, quelquefois ils sont faiblement striés longitudinalement. Le lazulite est éclatant, c'est l'éclat vitreux. La cassure en longueur est imparfaitement lamelleuse, la cassure en travers est inégale, à petits grains. Les fragmens sont indéterminés, à bords aigus. Il est opaque, ou à-peu-près, demi-dur, aigre, et aisément frangible. Ses parties constituantes sont :

Alumine.............	66
Magnésie............	18
Silice...............	10
Chaux...............	2
Oxide de fer..........	2,5
Perte................	1,5
	100,0[2]

ESPÈCE 3. — *Hauyne.*

Ce minéral n'a encore été trouvé, jusqu'à présent, que dans quatre lieux, qui tous peuvent être considérés comme volcaniques, savoir : dans le voisinage de Rome, de Naples, d'Andernach, et en Auvergne. Il fut observé pour la première fois près de Rome par Gismondi, qui lui donna le nom de *latialite*. Néergaard, qui le décrivit depuis, l'appela *hauyne*, en l'honneur de Haüy, à qui la minéralogie a de si grandes obligations. Il fut encore depuis décrit et analysé par Léopold Gmelin[3].

La couleur de ce minéral est le bleu de Prusse, passant à travers le bleu ciel, au bleu de béril. On le trouve en couche dans la lave, en grains anguleux. Gmelin en trouva un échantillon cristallisé en octaèdre imparfait. A l'intérieur il est éclatant et vitreux. La cassure est imparfaitement con-

---

[1] Bernhardi décrit les cristaux comme étant des octaèdres; mais Léonard assure qu'il n'a jamais aperçu une semblable figure dans l'azurite de Saltzbourg.

[2] Trommsdorf, Gehlen's Journ. Second series. I, 208.

[3] Annals of Philosophy. IV, 193.

choïde. Les fragmens sont à bords aigus. Il varie du demi-transparent au translucide. Il raie le verre et même le quartz, mais très-faiblement. Il est aisément frangible. Sa poussière est blanchâtre. Sa pesanteur spécifique est, suivant Gismondi, de 3,333, selon Neergaard, de 3,100, et d'après Gmelin, de 2,833. Au chalumeau, il se fond sans difficulté en un grain opaque, rempli de bulles d'air. Avec le borax il se fond en un grain transparent, ayant la couleur de la topaze. Dans l'acide hydrochlorique il devient opaque et perd sa couleur. Lorsqu'on le projète en poudre dans cet acide, il émet l'odeur de gaz acide hydro-sulfurique, et se prend en gélée.

Ses parties constituantes sont :

Silice	35,48[1]	30,0[2]
Alumine	18,87	15,0
Chaux	11,79	13,5
Acide sulfurique	12,60	12
Oxide de fer	1,16	1,0
Potasse	15,45	11,0
Acide hydro-sulfurique et perte.	4,65	Trace.
Perte	—	17,50
	100,0	100,00

Espèce 4. — *Spath bleu*[3].

Ce minéral se rencontre dans une montagne de Styrie, où il fournit la portion de feldspath, la roche étant principalement composée de quartz et de mica. Ses couleurs sont le bleu d'azur, passant au blanc bleuâtre. A l'intérieur il est peu éclatant : c'est l'éclat résineux. Sa cassure est esquilleuse, passant à la cassure lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés à bords non aigus. Il est translucide sur les bords. Il est rayé en blanc de neige. Il est demi-dur. Sa pesanteur spécifique est de 3,046. Au chalumeau, il devient d'un jaune isabelle ; il se fend, mais il ne fond pas. Avec le phosphate de soude ou le borax, il se transforme en un verre transparent.

[1] Annals of Philosophy. IV, 198.
[2] Vauquelin, Tableau comparatif de Haüy.
[3] Jameson. I, 346.

Ses parties constituantes sont :

Alumine........	71
Silice...........	14
Magnésie........	5
Chaux..........	3
Oxide de fer.....	0,75
Potasse.........	0,25
Eau............	5,00
Perte..........	1
	100,00 *

XI. FAMILLE DES FELDSPATH.

Famille des feldspath.

Cette famille contient quinze espèces, savoir : la *gehlenite*, l'*andaluzite*; la *saussurite*, la *chiastolite*, l'*indianite*, le *feldspath*, l'*ekebergite*, le *spodumène*, la *scapolite*, la *bergmannite*, l'*éalolite*, la *sodalite*, la *méionite*, la *nepheline*, et le *spath d'Islande*.

Espèce 1re. — *Gehlenite*.

Ce minéral n'a encore été trouvé jusqu'à présent que dans le Tirol, engagé dans du spath calcaire, sur le côté sud d'une montagne, à Bezza, à deux heures de marche de Pera. Il fut apporté, en 1815 à Munich, par le marchand de minéraux Frischholz, et bientôt après il fut décrit et analysé par le professeur Fuchs.

Ce minéral se rencontre ordinairement cristallisé en prismes tétraèdres rectangulaires, dont les bases sont des carrés; ces prismes sont en général tellement surbaissés, qu'ils se rapprochent de l'apparence de cubes. Ils sont entre-mêlés les uns dans les autres, et les intervalles entre eux sont remplis par du spath calcaire. Ces cristaux sont à clivage triple, dont deux se distinguent aisément, mais le troisième avec difficulté.

La cassure est quelquefois inégale, quelquefois esquilleuse. Elle est entièrement matte, ou avec un éclat très-faible. Cet éclat tient le milieu entre ceux vitreux et résineux. Il est demi-dur à un haut degré; il raie le verre; mais il ne fait pas feu avec le briquet. Il est ou translucide sur les bords, ou opaque. Il est aisément frangible et aigre. Sa pesanteur

* Klaproth, Beitrage. IV, 279.

spécifique est 2,98. Sa couleur principale est intermédiaire entre le vert olive et le vert de poireau. Quelquefois il est gris bleuâtre, ou noir bleuâtre, ou vert d'huile, ou brun de foie. Au chalumeau il fond difficilement en un grain demi-transparent d'un vert jaunâtre. Lorsque la flamme est continuée pendant long temps, il devient noir.

Ses parties constituantes sont :

Silice...........	29,64
Alumine.........	24,80
Chaux...........	35,30
Oxide de fer.....	6,56
Eau.............	3,30
	99,60 [1]

ESPÈCE 2. — *Andaluzite* [2]

Ce minéral fut décrit dans le journal de physique pour 1789, par Bournon, qui l'avait découvert dans une montagne primitive granitique du Forez. Il le considéra d'abord comme une variété du corindon ou feld-spath. On l'a trouvé dans le comté d'Aberdeen en Ecosse, et près de Dublin.

La couleur de cette pierre est le rouge de chair, tournant par fois au rouge rosé. Elle est en masse et cristallisée en prismes rectangulaires à quatre pans. La cassure est imparfaitement lamelleuse. Ce minéral est translucide. Il raie le quartz, et même quelquefois le spinelle. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,165. Il est infusible au chalumeau sans addition.

Ses parties constituantes sont :

Alumine.........	52
Silice...........	32
Potasse.........	8
Oxide de fer.....	2
Perte...........	6
	100 [3]

[1] Fuchs, Schweigger's Journ. XV, 377.
[2] Kirwan. I, 377. Haüy. IV, 362. Jameson. I, 348.
[3] Vauquelin, Minéralogie de Brogniart. I, 36.

Espèce 3. — *Saussurite*[1].

Ce minéral fut originairement décrit par Saussure, dans ses voyages, sous le nom de *jade*. On l'avait confondu avec le feldspath, jusqu'à l'époque ou Théodore de Saussure attira l'attention des minéralogistes sur cette substance[2]; elle fut décrite et analysée depuis par Klaproth[3]. Il accompagne le plus ordinairement la diallage, formant avec elle une très-belle roche, appelée *roche-diallage*. C'est dans cet état qu'on le rencontra dans la Péninsule du Lizzard, dans le Cornouailles, près de Christiana en Norwège, et dans la Corse, où il constitue la roche bien connue sous le nom de *vert de Corse*. Ce minéral se trouve aussi dans les environs du lac de Genève.

Les couleurs de la saussurite sont le blanc, le gris et le vert. Elle se présente en masse et disséminée. A l'intérieur, elle est matte, ou avec un éclat très-faible. Sa cassure est esquilleuse, quelquefois imparfaitement lamelleuse avec un double clivage rectangulaire. Les fragmens sont à bords très-aigus. Elle est faiblement translucide sur les bords. Très-difficile à se rompre. Assez dure pour rayer le quartz. Maigre au toucher. Sa pesanteur spécifique varie de 3,200 à 3,319.

Ses parties constituantes sont:

Silice	44,00	49,00
Alumine	30,00	24,00
Chaux	4,00	10,50
Magnésie	—	3,75
Soude	6,00	5,50
Potasse	0,25	—
Oxide de fer	12,50	6,50
Oxide de manganèse	0,05	—
Perte	3,20	0,75
	100,00[4]	100,00[5]

[1] Jamson. I, 351.
[2] Journ. des Min. N.° CXI, p. 217.
[3] Beitrage. IV, 276.
[4] Théodore de Saussure, Journ. des Min. N.° CXI, p. 217.
[5] Klaproth, Beitrage. IV, 278.

ESPÈCE 4. — *Chiastolite*[1].

Ce minéral singulier fut observé pour la première fois dans la Bretagne, et près de Saint-Jacques de Compostelle en Espagne. On le trouve toujours cristallisé en prismes tétraèdres, a-peu-près rectangulaires. En regardant le prisme à son extrémité, on y aperçoit au centre un autre prisme noirâtre inscrit dans le prisme plus grand, qui est d'un blanc grisâtre, jaunâtre, ou rougeâtre. De chaque angle du prisme central, il part une ligne noirâtre, aboutissant à l'angle correspondant du prisme extérieur, et dans chacun des angles extérieurs, se trouve ordinairement situé un petit espace prismatique rempli de la même matière que celle dont le prisme central est composé. Cette matière est un schiste argileux noirâtre de même nature que la roche dans laquelle on trouve le spath creux engagé.

La cassure de ce minéral est lamelleuse, le clivage double, les lames étant parallèles aux faces latérales du prisme. Il est translucide; mais opaque, lorsque les cristaux sont en état de décomposition. Lorsqu'il n'a rien perdu de son état naturel, il raie le verre. Sa pesanteur spécifique est de 2,9444. Il communique ordinairement à la cire à cacheter, par frottement, l'électricité résineuse[2]. Au chalumeau, il se convertit en une scorie blanchâtre : le schiste argileux donne un verre noir.

ESPÈCE 5. — *Indianite*[3].

Ce minéral n'a encore été observé jusqu'à présent que dans le Carnate, où il se trouve aggrégé avec de la hornblende, et contenant des cristaux de corindon, qui y sont engagés. Ce minéral fut distingué pour la première fois, comme espèce particulière, par le comte de Bournon.

Ses couleurs sont le blanc et le gris. Il est en masse. Son éclat est l'éclatant. Sa cassure est lamelleuse. Il se présente en concrétions distinctes grenues. Il est translucide; il raie le verre; mais il est rayé par le feld-spath. Sa pesanteur spécifique est de 2,742.

---

[1] Jameson. I, 353.
[2] Haüy. III, 268. Jameson. II, 545.
[3] Jameson. I, 352.

Ses parties constituantes, suivant l'analyse de Chenevix, sont :

Silice	42,5
Alumine	37,5
Chaux	15,0
Oxide de fer	3,0
Oxide de manganèse	Trace.
Perte	2,0
	100,0

ESPÈCE 6. — *Feldspath**.

Le feldspath est le plus largement distribué, et le plus abondant des minéraux. Il est une des parties constituantes essentielles des granits, des gneiss, et il forme la base d'une multitude d'autres roches primitives et de transition. On le trouve très-fréquemment cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un parallélipipède obliquangle irrégulier. Il se rencontre ordinairement en prismes rhomboïdaux ou en prismes à six ou dix pans terminés par des sommets irréguliers. Ce minéral donne, lorsqu'on le frotte entre les doigts, une odeur particulière. Il devient électrique par le frottement ; mais l'électricité est très-difficile à exciter. Il se fond sans addition en un verre plus ou moins transparent. Lorsqu'il est cristallisé il décrépite au chalumeau. On a divisé cette espèce en quatre sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Adulaire.*

C'est à M. Pini qu'on doit la connaissance de cette sous-espèce, à laquelle il donna le nom d'adula, d'où lui est venu celui d'adulaire qu'elle porte aujourd'hui. Il la découvrit pour la première fois sur le sommet du Saint-Gothard en Suisse. On l'a également rencontrée dans d'autres lieux. La variété qu'on appelle *moonstone*, *pierre de lune*, vient de l'île de Ceylan.

La couleur de l'adulaire est le blanc verdâtre, inclinant souvent au vert d'asperge; quelquefois elle présente des taches de couleur blanc de lait avec un éclat argentin. On trouve cette pierre en masse en morceaux arrondis et cristallisée. Ses cristaux sont ou des prismes rhomboïdaux à

* Kirwan. I, 316. Haüy. II, 590. Brochant. I, 361. Jameson. I, 358.

4 faces, terminés des deux côtés par un biseau, ou des prismes à 6 faces, ou des prismes rectangulaires à 4 faces, dont les faces terminales sont obliques. La surface des cristaux est striée en longueur. A l'extérieur elle est très-éclatante ; c'est un éclat nacré. Elle est très-éclatante dans sa cassure principale et éclatante dans la cassure en travers; cet éclat tient le milieu entre l'éclat nacré et celui du verre. La cassure principale est parfaitement spéculaire très-éclatante, avec clivage double rectangulaire. La cassure en travers est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont rhomboïdaux. La composition de l'adulaire tend aux concrétions distinctes scapiformes droites placées suivant la direction des lames. Elle est transparente et translucide. Elle est assez dure pour produire des étincelles avec l'acier. Elle est aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,559.

Sous-Espèce 2. — *Feldspath de Labrador.*

Ce feldspath fut observé pour la première fois par M. Wolfe sur la côte de Labrador, et on l'a découvert depuis dans les parties septentrionales de l'ancien continent.

Sa couleur et le gris de fumée qui passe au gris de cendre foncé et au gris jaunâtre ; mais il présente une grande variété d'autres couleurs très-vives et très-belles lorsqu'on varie sa position par rapport à la lumière. Parmi toutes ces couleurs, les principales sont le bleu, le vert, le jaune, le rouge, le brun. La pierre de Labrador se rencontre ordinairement en masse et en morceaux arrondis. Sa cassure est parfaitement lamelleuse, à lames qui se croisent à angles droits. L'éclat de la cassure principale est le très-éclatant; celui de la cassure en travers est le peu éclatant. Cet éclat tient le milieu entre l'éclat nacré et l'éclat vitreux. Ce minéral est ordinairement formé de concrétions distinctes grenues : quelquefois il se présente en concrétions distinctes lamellaires droites. Il est translucide, sa pesanteur spécifique varie de 2,67 à 2,69.

Sous-Espèce 3. — *Feldspath commun.*

Les couleurs de cette sous-espèce sont le blanc, le rouge, le gris et le vert. Les variétés du gris sont le gris bleuâtre et le gris de fumée. Les variétés du blanc sont le blanc grisâtre, le blanc de lait, le blanc jaunâtre, le blanc verdâtre et le

blanc rougeâtre. Les variétés du rouge sont le rouge de chair, le rouge de sang et le rouge de brique. Les variétés du vert sont le vert d'asperge, le vert poireau, le vert montagne et le vert de gris. On trouve ce feldspath en morceaux arrondis et en grains. Il se présente aussi cristallisé en prismes à 6 et à 4 faces. A l'extérieur il est éclatant. L'éclat de la cassure principale est le même. L'éclat de la cassure en travers est le brillant. C'est l'éclat vitreux. La cassure est plus ou moins parfaitement lamelleuse, à lames qui se coupent à angles droits. Le clivage est double. La cassure en travers est inégale à grains fins, passant à la cassure esquilleuse. Ce fedspath est formé de concrétions distinctes grenues. Il est translucide; il raie le verre. Il est aigre, aisément frangible, sa pesanteur spécifique varie de 2,4378 à 2,594[1].

On trouve fréquemment cette sous-espèce dans un état friable, et composée de particules qui n'ont presqu'aucun lien entre elles. Elle se rapproche alors de l'argile à porcelaine, si ce n'est qu'on y distingue encore quelquefois des indices de forme cristalline. Sa couleur est le blanc jaunâtre ou le blanc rougeâtre tournant quelquefois au gris. A l'intérieur son éclat est entre le peu éclatant et le mat. Sa cassure est quelquefois imparfaitement lamelleuse, passant à la cassure terreuse, et quelquefois tenant le milieu entre la cassure inégale et la cassure terreuse. Ce feldspath est ordinairement opaque, tendre. Il est aisément frangible.

Sous-Espèce 4. — *Feldspath compacte.*

Le pétrosilex des anciens minéralogistes français.

Ce minéral est abondant dans beaucoup de pays, comme entrant dans la composition de la pierre verte; ses couleurs sont le gris, le blanc, le bleu, le vert et le rouge; les variétés du gris sont le gris verdâtre, le gris de fumée et le gris de cendre. Les variétés du vert sont le vert pomme, le vert pistache, le vert montagne; les variétés du bleu sont le bleu de ciel et le bleu de smalt; les variétés du rouge sont le rouge de chair et le rouge de sang. On trouve ce feldspath en masse, en morceaux arrondis et en cristaux, dans le

---

[1] Haüy.

porphire vert antique. Son éclat intérieur est le brillant. Sa cassure paraît esquilleuse; mais en l'examinant avec plus d'attention, on reconnaît qu'elle est lamelleuse, à lames très-petites. Ce minéral est quelquefois en concrétions distinctes grenues, à grains fins. Il est translucide; il est dur et aisément frangible. Il se fond au chalumeau sans addition.

On a établi dans la table qui suit la composition de ces espèces.

	Adulaire.		Feldspath vitreux.	Commun.		Compacte.	
Silice	64[1]	68,50[2]	68,0[3]	62,83[4]	72,75[5]	68[6]	71,70[7]
Alumine	20	20,50	15	17,02	13,00	19	13,60
Chaux	2	7,0	—	3,00	9,50	1	0,40
Oxide de fer	—	1,50	0,50	1,00	1,00	4	1,40
Oxide de manganèse	—	—	—	—	—	—	0,10
Potasse	14	—	14,50	13,00	—	5,50	3,19
Eau	—	—	—	—	0,25	2,50	3,50
Perte	—	2,50	2,00	3,15	3,50	—	6,64
	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,53

ESPÈCE 7. — *Ekebergite.*

Ce minéral fut décrit pour la première fois par Ekeberg en 1807, sous le nom de natrolite[8]. On le trouve dans la mine de fer de Hesselkulla dans la province de Néricie en Suède. Il s'y rencontre en masses amorphes ordinairement mêlé avec du quartz. Sa couleur est le gris verdâtre. Il est ou éclatant ou brillant, et son éclat est résineux. Quelquefois la cassure est lamelleuse avec un clivage double, d'autres fois elle est conchoïde esquilleuse. Dans quelques sens elle a

[1] Vauquelin, Haüy. II, 392.
[2] Chenevix, Phil. Trans. 1802, p. 337.
[3] Klaproth, Beitrage. V, 18.
[4] Vauquelin, Haüy. II, 593.
[5] Hedenberg, Afhandlingar. I, 118.
[6] Godon Saint-Menin, Gehlen's Jour. Second series. III, 511.
[7] Mackenzie, Wernerian Memoirs. I, 612.
[8] Afhandlingar. II, 144.

une apparence rayonnée, ce qui est dû à la position des lames. Cette pierre est translucide sur les bords; elle étincelle sous le briquet, et elle raie le verre. Elle se rompt difficilement. Sa pesanteur spécifique est 2,746. Au chalumeau, elle se fond en un verre demi-transparent : avec le Borax, elle se fond en un globule vitreux transparent de couleur verte olive.

Ses parties constituantes, suivant l'analyse d'Ekeberg, sont :

Silice............	46
Alumine..........	28,75
Chaux............	13,50
Oxide de fer.......	0,75
Soude............	5,25
Eau..............	2,25
Perte............	3,50
	100,00

ESPÈCE 8. — *Spodumène*[1].

Triphane de Haüy.

C'est par Dandrada que nous avons eu la première description de ce minéral, qui a été trouvé dans la mine d'Uton, en Suède, et dans la Norwège. Sa couleur est le blanc verdâtre, passant quelquefois au vert pomme. On le rencontre en masse. Sa cassure principale est éclatante; sa cassure en travers l'est moins, c'est l'éclat nacré : la cassure principale est lamelleuse, à clivage double; la cassure en travers est inégale à grains fins. Les masses lamelleuses que forme cette substance sont divisibles, suivant Haüy, en un prisme rhomboïdal, à angles de 100°, et de 80°. Les fragmens sont quelquefois des rhombes obliques. Les variétés de ce minéral en masse se présentent en concrétions distinctes, grenues. Cette pierre est translucide. Elle raie le verre et étincelle par le choc du briquet. Elle est très-aisément frangible ; sa pesanteur spécifique varie de 3,1923 à 3,218[2]. Le spodumène chauffé dans un creuset, se délite en petites parcelles lamelliformes, dont la plupart sont d'un jaune d'or, semblable à celui de certaines variétés de mica. Les autres sont d'un gris foncé ; mais dans l'intervalle de

[1] Haüy. IV, 407. Brochant II, 528. Jameson. I, 383.
[2] Haüy et Dandrada.

quelques jours, les premières parcelles perdent leur éclat et deviennent d'un gris foncé, comme les secondes [1]. Au chalumeau, toutes ces parcelles se réunissent et se fondent en un globule grisâtre.

Les parties constituantes de ce minéral sont :

Silice........	56,50 [2]	64,40 [3]	63,40 [4]	67,50 [5]
Alumine.....	24,00	24,40	29,40	27,00
Chaux.	5,00	3,00	0,75	0,63
Oxide de fer..	5,00	2,20	3,00	3,00
Potasse.......	——	5,00	——	——
Eau.........	——	——	0,53	0,53
Perte........	9,50	1,00	2,92	1,34
	100,00	100,00	100,00	100,00

ESPÈCE 9. — *Scapolite* [6].

Cette espèce se divise en deux sous-espèces : la *Scapolite rayonnée*, ou *Scapolite commune*, et la *Scapolite foliée* ou *Wernerite*.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Scapolite rayonnée*.

Ce minéral fut trouvé, pour la première fois, dans des filons de mine de fer auprès d'Arendal en Norwège. On l'a rencontré aussi en Suède. Ses couleurs sont le blanc grisâtre, le blanc jaunâtre et le blanc verdâtre. Il se présente en masse, mais plus ordinairement cristallisé en prismes tétraèdres alongés, fins, obliques, souvent aciculaires. La forme primitive est un prisme droit rectangulaire. La surface des cristaux est légèrement striée en longueur ; ils sont aggrégés en faisceaux épais, qui se réunissent de nouveau entre eux. Ce minéral à l'extérieur est peu éclatant. A l'intérieur il est éclatant. Cet éclat tient le milieu entre l'éclat gras et l'éclat nacré. La cassure en longueur est imparfaitement lamelleuse. La cassure en travers est inégale, à grains fins. Cette pierre est translucide. Elle raie le verre. Elle est aigre et aisément frangible ; sa pesanteur spécifique varie de 2,7404 à 3,708. Au chalumeau elle se boursouffle et se fond en un émail blanc [7].

[1] Vauquelin, Haüy. IV, 408. [2] *Ibid.* p. 409.
[3] Vauquelin, Tableau comparatif de Haüy, p. 168.
[4] Hisinger, Afhandlingar. III, 293. [5] Berzelius, *ibid.* p. 294.
[6] Jameson. I, 385. [7] Dandrada.

Sous-Espèce 2. — *Scapolite foliée*, ou *Wernerite*.

Arctizite de Werner.

Ce minéral fut découvert et décrit pour la première fois par Dandrada, qui lui donna le nom de *wernerite*, comme une espèce d'hommage rendu par lui au célèbre professeur de Freyberg. On ne l'a trouvé jusqu'à présent qu'en Suède et en Norwège. Sa couleur est le gris verdâtre, et celle de la surface des cristaux tient le milieu entre le bleu de ciel et le vert céladon. On trouve ce minéral en masse et cristallisé en prismes octaèdres, terminés par des sommets tétraèdres ; à l'intérieur il est peu éclatant : c'est l'éclat nacré. La cassure qui est lamelleuse, a été désignée par Werner, à raison de l'apparence des lames, sous le nom de cassure lamelleuse *déchirée*. Cette pierre est translucide ; elle raie le verre, mais elle est rayée par le feldspath. Elle étincelle sous le briquet. Sa pesanteur spécique est 3,6063 ; sa poussière, lorsqu'elle est chauffée, luit dans l'obscurité. Traitée au chalumeau, elle bouillonne et se fond en un émail imparfait, blanc et opaque.

Les parties constituantes de ces sous-espèces sont :

	Scapolite rayonnée			Wernerite.	
Silice	45[1]	61,50[2]	48[3]	51,50[4]	40[4]
Alumine.	33	25,75	30	33	34
Chaux.	17,6	3	14	10,45	16,50
Magnésie.	——	0,75	—	——	——
Oxide de fer.	1	1,50	1	3,50	8
Oxide de manganèse.	——	1,50	—	Trace.	1,50
Potasse.	0,5	——	—	——	——
Soude.	1,5	——	—	——	——
Eau.	——	5,0	2	——	——
Perte.	1,4	1,0	5	1,55	——
	100,0	100,00	100	100,00	100,00

[1] Laugier, Ann. du Mus. d'Hist. nat. X, 472.
[2] Hisinger, Afhandlingar. II, 202.
[3] Abilgard, Journ. de Phys. LII, 33.
[4] John, Gehlen's Journ. Second series. IV, 183. Le premier échantillon était blanc, le second vert.

Espèce 10. — *Bergmannite*[1].

Ce minéral fut décrit pour la première fois par Schumacher. Il se rencontre en couche à Friedichswarn en Norwège.

Ses couleurs sont les blancs verdâtre et grisâtre, et le rouge de chair nuageux. Il se présente en masse. Il est peu éclatant; son éclat tient le milieu entre l'éclat nacré et l'éclat résineux. La cassure est fibreuse, passant à la cassure inégale à grains fins. Les fragmens sont anguleux et à bords peu aigus. Il est légèrement translucide sur les bords. Il raie le feldspath. Au chalumeau, il fond sans se gonfler en un émail blanc demi-transparent.

Espèce 11. — *Elaolite*[2].

Fettstein de Werner.

On trouve ce minéral en Norwège dans la roche appelée *Syenite-Zircon*. Ses couleurs sont le bleu canard inclinant au vert et au rouge de chair, avec une nuance de gris ou de brun. Il se rencontre en masse. Il est éclatant, d'un éclat résineux. Sa cassure, dans la variété rouge, est imparfaitement conchoïdale applatie ; dans la variété bleue, la cassure est imparfaitement lamelleuse, avec un clivage double. Les fragmens sont anguleux, à bords peu aigus. Cette pierre est translucide. Elle raie le verre ; elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,613. Lorsqu'étant réduite en poudre, on la projète dans des acides, elle se prend en gelée. Au chalumeau, elle se fond en un émail de couleur blanc de lait. Ses parties constituantes sont :

Silice..	46,50
Alumine.......	30,25
Chaux........	0,75
Potasse........	18,
Oxide de fer...	1
Eau..........	2
Perte.........	1,50
	100,00[3]

[1] Jameson. I, 393.
[2] *Ibid.* p. 394.
[3] Klaproth, Beitrage. V, 178.

ESPÈCE 12. — *Sodalite*[1].

Ce minéral fut trouvé par Giesecke à Kanerdluersuk, langue étroite de terre à 61 degrés de latitude dans l'ouest du Groenland; il s'y rencontre en couches dans du schiste micacé. Je l'ai décrit, analysé pour la première fois, et établi comme une espèce distincte.

Sa couleur tient le milieu entre le vert montagne et le vert céladon. Il est en masse et cristallisé en grenats dodécaèdres. A l'extérieur il est lisse et éclatant; à l'intérieur la cassure longitudinale est vitreuse, la cassure en travers est résineuse. La cassure en longueur est lamelleuse avec clivage double, la cassure en travers est conchoïde. Les fragmens sont anguleux à bords aigus. Ce minéral est translucide. Il est aussi dur que le feldspath. Il est aigre et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est 2,378. Ses parties constituantes sont:

Silice	31,52[2]	36,00[3]	44,87[4]
Alumine	27,48	32,00	23,75
Chaux	2,70	——	——
Oxide de fer	1,00	0,25	0,12
Soude	25,50	25,00	27,50
Acide hydrochlorique	3,00	6,75	——
Matière volatile	2,10	——	——
Perte	1,70	——	3,76
	95,00	100,00	100,00

ESPÈCE 13. — *Meionite*[5].

Ce minéral se trouve sur le Mont-Somma, parmi les substances provenant des éjections du Vésuve. Il fut décrit pour la première fois par Romé de Lisle, et Haüy le constitua le premier en espèce particulière.

La meionite se rencontre le plus ordinairement en cristaux, quoiqu'on l'ait observée quelquefois en grains irréguliers. La forme primitive des cristaux est un prisme droit à bases carrées. Mais il affecte plus habituellement la forme d'un prisme

[1] Edim. Trans. VI, 390. Jameson. I, 396.
[2] Mon analyse.
[3] Ekeberg.
[4] Borkowski.
[5] Jameson. I, 398.

octaèdre terminé par des pyramides tétraèdres ; quelquefois le prisme est à 12 pans par la tronculature de quelques-uns de ses bords. La couleur de cette pierre est le blanc grisâtre. Elle est éclatante, c'est l'éclat vitreux. La cassure est conchoïde applatie. Elle est translucide. Elle raie le verre, mais non pas le feldspath. Au chalumeau elle se fond en un verre blanc spongieux.

Espèce 14. — *Nepheline* ou *Sommite* [1].

Nepheline de Haüy, *schorl blanc hexagonal* de Ferber, *hyacinthe blanche* de la Somma.

De Lametherie appela cette pierre *Sommite*, du nom de la montagne Somma où elle fut trouvée pour la première fois. Elle y est ordinairement mélangée avec des productions volcaniques. Elle cristallise en prismes à 6 pans, terminés quelquefois par des pyramides, et sa forme primitive est un prisme hexaèdre régulier. La couleur de cette pierre est le blanc grisâtre ; à l'extérieur, elle est éclatante. C'est l'éclat vitreux. Sa cassure en longueur est lamelleuse. Sa cassure en travers est conchoïde. Elle est translucide et aisément frangible. Elle coupe le verre. Sa pesanteur spécifique est de 3,2741. Elle est infusible au chalumeau.

Cette pierre est composée, suivant l'analyse de Vauquelin, de

Alumine.......	49
Silice..........	46
Chaux.........	2
Oxide de fer....	1
Perte..........	2
	100 [2]

Espèce 15. — *Spath d'Islande* [3].

Ce minéral se trouve aussi au Mont-Somma près Naples, mélangé avec les deux dernières espèces, ainsi qu'avec du mica et de la hornblende.

Sa couleur est le blanc grisâtre, inclinant quelquefois au blanc jaunâtre, et d'autres fois au blanc verdâtre. Il est souvent en masse et quelquefois cristallisé en tables minces à

[1] Brochant. II, 522. Haüy. III, 186. Jameson. I, 401.
[2] Journ. des Min. N.° XXVIII, 279.
[3] Jameson. I. 403.

6 faces un peu alongées, dans lesquelles les plans latéraux plus courts se rencontrent sous un angle obtus, et les plans terminaux sont en biseaux. Les cristaux sont petits, les plans latéraux du prisme sont striés en longueur. Ce spath est éclatant; son éclat est celui du verre. La cassure est imparfaitement lamelleuse. Les fragmens sont à bords aigus. Il est composé de larges concrétions distinctes grenues. Il est fortement translucide. Les cristaux sont transparens. Il est médiocrement dur, aisément frangible, pesant.

XII. FAMILLE ARGILE.

Cette famille se compose de huit espèces, savoir : *pierre alumineuse*, *terre à porcelaine*, *argile commune*, *pierre argileuse*, *schiste adhérent* ou *tenace*, *schiste à polir*, *tripoli*, *pierre flottante*.

ESPÈCE 1.re — *Pierre alumineuse**.

Ce minéral se trouve à la Tolfa, auprès de Rome, où elle forme une montagne particulière. C'est de cette origine de la pierre qu'est dérivé le nom fameux d'alun de Rome.

Sa couleur est le blanc grisâtre et quelquefois le gris jaunâtre clair. Elle est en masse; naturellement matte et quelquefois à peine un peu brillante. La cassure est inégale, se rapprochant de la cassure terreuse. Les fragmens sont à bords obtus. Elle est presque dure. Elle n'adhère point à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,587.

---

* Brochant. I, 381. Jameson. I, 407. Klaproth, Gehlen's Journ. VI, 35. Gay-Lussac, Ann. de Chim. LV, 266.

Les parties constituautes de ce minéral sont :

Silice	24,00[1]	56,5[2]	62,25[3]
Alumine	43,92	19,0	17,50
Chaux	—	—	—
Magnésie	—	—	—
Potasse	3,08	4,0	1,00
Oxide de fer	—	—	—
Acide sulfurique	25,00	16,5	12,50
Eau	4,00	3,0	5,00
Sulfate de chaux	—	—	—
Sulfate de barite	—	—	—
Charbon	—	—	—
Perte	—	1,0	1,75
	100,00	100,0	100,00

ESPÈCE 2. — *Terre à Porcelaine*[4].

Kaolin des Chinois.

Ce minéral, d'après son gissement, est considéré comme étant de nature analogue à celle du feldspath, dont il ne diffère principalement que dans l'état d'aggrégation. Le feldspath semble quelquefois en effet être passé, par son exposition à l'air, à l'état de terre à porcelaine.

La couleur de cette arg le est le blanc rougeâtre, inclinant quelquefois au blanc jaunâtre et au blanc grisâtre. On la trouve en masse et disséminée. Ses parties sont pulvérulentes. Elle est fortement tachante, ayant peu de cohérence; elle est douce au toucher, mais sans onctuosité ; elle happe à peine à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,216. Elle ne se fond pas sans addition.

---

[1] Vauquelin, Gehlen's Journ. VI, 44.

[2] Klaproth, *ibid.* Il paraît, d'après ces analyses, que la pierre d'alun de la Tolfa contient en elle-même toutes les parties constituantes de l'alun. C'est probablement par cette raison qu'on considérait originairement l'alun obtenu de cette pierre, comme étant d'une qualité supérieure; spécialement encore parce que le minéral ne paraît contenir aucune substance étrangère qui puisse altérer la pureté de l'alun. On trouvera dans Gehlen's Journ. VI, 37, un court exposé par Klaproth, du procédé suivi à la Tolfa, pour l'extraction de l'alun de ce minéral.

[3] De la Hongrie. Klaproth, Beitrage. IV, 253.

[4] Kirwan. I, 178. Brochant. I, 320. Haüy. II, 616. Jameson. I, 409.

Ses parties constituantes sont :

Silice....	52
Alumine.	47
Oxide de fer.........	0,33
Perte...............	0,67
	100,00[1]

ESPÈCE 3. — *Argile commune*[2].

L'argile est un mélange d'alumine et de silice en proportions diverses. L'alumine y est à l'état d'une poudre impalpable ; mais la silice est presque toujours en petits grains, qu'il est possible de discerner à l'œil. L'argile présente donc le caractère de l'alumine, et non celui de la silice, lors même que cette dernière substance prédomine. Les particules de silice sont déjà combinées entre elles ; et leur affinité est si forte, qu'il est peu de corps qui puissent en opérer la séparation; tandis que l'alumine n'étant pas combinée, déploie facilement les caractères qui la distinguent d'autres corps. Outre l'alumine et la silice, l'argile contient encore souvent des carbonates de chaux, de magnésie, de barite, de l'oxide de fer, etc. ; et comme cette substance ne consiste que dans un simple mélange mécanique, la proportion de ses parties constituantes est extrêmement variable.

Werner, pour la facilité de sa description, a subdivisé l'argile commune en quatre sous-espèces, savoir : la *terre grasse*, l'*argile à potier*, l'*argile bigarrée*, et l'*argile schisteuse*.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Terre grasse*.

Cette sous espèce peut être considérée comme étant une terre à potier impure, en état de mélange avec du mica et de l'ocre de fer. Sa couleur est le gris jaunâtre, tacheté souvent de jaune et de brun. On la trouve en masse ; elle est matte. Le mélange d'écailles de mica lui donne quelquefois du brillant. Sa cassure en *grand* est inégale ; en *petit*, elle est terreuse, à grains fins. Les fragmens sont à bords très-obtus. Elle tache un peu ; elle a une consistance moyenne entre la cohérence et la friabilité ; elle happe assez fortement

[1] Rose, Karsten's Tabellen, p. 37.
[2] Kirwan. I, 176. Jameson. I, 413.

à la langue; elle est un peu grasse au toucher, et presque légère.

Sous-Espèce 2. — *Argile à potier.*

Ce minéral, qui se trouve en abondance dans différens pays, forme la base de toutes les poteries, et c'est ce que son nom dit assez. Il se rencontre en grandes masses de roches et en couches. Ses couleurs sont le blanc jaunâtre et le blanc grisâtre; le gris verdâtre, le gris bleuâtre et le gris de fumée. Sa cassure *en grand* est inégale, à gros grains; sa cassure *en petit* est terreuse, à grains assez fins; les fragmens sont à bords obtus. Cette argile est opaque, un peu tachante, très-tendre, passant à la friabilité; elle happe fortement à la langue; elle est un peu onctueuse au toucher. Sa pesanteur spécifique est 2,085.

Il est une variété d'argile à potier que Werner désigne par la qualification de *schisteuse*. Sa couleur est le gris de cendre foncé; sa cassure principale est imparfaitement conchoïde, sa cassure en travers est terreuse, les fragmens sont tabuliformes. Elle est légère, et plus onctueuse au toucher que l'argile à potier commune, à laquelle d'ailleurs elle se rapporte dans ses autres propriétés.

Sous-Espèce 3. — *Argile bigarrée.*

Ce minéral se trouve dans la Lusace-Supérieure. Ses couleurs sont le blanc, le rouge et le jaune, dont la réunion présente des dessins rubanés et tachetés. On la rencontre en masse. Sa cassure est terreuse, tendant quelquefois à la cassure schisteuse. Dans le premier cas, elle est matte; et dans le second, elle est brillante. Sa raclure est éclatante. Cette argile est très-tendre, passant à la friabilité. Elle est un peu onctueuse au toucher; elle happe un peu la langue; elle se laisse couper au couteau; elle est légère*.

Sous-Espèce 4. — *Argile schisteuse.*

Ce minéral se rencontre fréquemment avec le charbon de terre et dans le trap stratiforme. Ses couleurs sont le gris de fumée, le gris jaunâtre et le gris de cendre, et le noir grisâtre. On le trouve en masse. Il est mat, à moins qu'il ne renferme quelques parcelles de mica entremêlées; alors il est brillant. Sa cassure est schisteuse, se rapprochant un peu quelquefois

* Jameson. I, 308.

de la cassure terreuse. Les fragmens sont en tables. Il est opaque, tendre, se laissant couper au couteau. Il est aisément frangible; et sa pesanteur spécifique, suivant Kirwan, est de 2,6 à 2,68 : il happe légèrement à la langue; il se ramollit dans l'eau, et y tombe en morceaux.

ESPÈCE 4. — *Pierre argileuse*[1].

Ce minéral se rencontre en quantités considérables dans les environs d'Edimbourg, ainsi que dans d'autres parties de l'Ecosse et en Allemagne.

Ses couleurs sont généralement le gris verdâtre, le gris bleuâtre, le gris de cendre, le gris de fumée et le gris de perle; le rouge brunâtre. Quelquefois cette pierre est tachetée ou rubanée. On la trouve en masse; elle est matte; sa cassure est ordinairement terreuse, fine, passant tantôt à la cassure inégale, à grains fins, tantôt à la cassure schisteuse et à celle écailleuse. Les fragmens sont rarement en tables; les bords n'en sont point aigus. La pierre argileuse est opaque, tendre, aisément frangible; elle ne happe point à la langue; elle est maigre au toucher.

ESPÈCE 5. — *Schiste adhérent* ou *tenace*[2].

Klebschiefer de Werner.

Ce minéral, qui se trouve à Ménilmontant, près Paris, où il forme des lits considérables, a été confondu par la plupart des minéralogistes avec l'espèce qui suit. Sa couleur est le gris jaunâtre clair, inclinant au gris verdâtre. Il est mat à l'intérieur; sa cassure *en grand* est schisteuse; sa cassure *en petit* est terreuse fine; les fragmens sont schisteux. Ce schiste est opaque; sa raclure est éclatante. Il est aisément frangible; il est très-tendre; se laisse couper au couteau. Ses feuilles sont minces, et se séparent avec facilité; il happe fortement à la langue. Sa pesanteur spécifique, ainsi que l'a reconnu Klaproth, est de 2,080. Plongé dans l'eau, il l'absorbe avec avidité; on voit des bulles d'air qui se séparent avec bruit.

ESPÈCE 6. — *Schiste à polir*[3].

Werner suppose que ce minéral, d'origine pseudo-volca-

---

[1] Jameson. I, 540.

[2] Klaproth. II, 170. Jameson. I, 421. Brochant. I, 376. Haüy. IV, 449.

[3] Jameson. I, 423.

nique, est composé des cendres de charbon de terre délayées et formées en dépôts réguliers. On ne l'a encore trouvé qu'en Bohême. Sa couleur est le gris jaunâtre, approchant du jaune de crême et du blanc jaunâtre. Il est toujours rayé, et ses couleurs alternent en couches; on le rencontre en masse. Il est mat; sa cassure principale est schisteuse; sa cassure en travers est terreuse; les fragmens sont ordinairement en tables. Il est très-tendre; il happe à la langue; il est maigre et fin au toucher; il est presque léger. Sa pesanteur spécifique, avant qu'il ait été imbibé d'eau, n'est que de 0,590 à 0,606. Elle devient de 1,909 à 1,911 lorsqu'il a été imbibé de ce liquide[1].

Espèce 7. — *Tripoli*[2].

Ce minéral se trouve en lits et en filons avec le charbon de terre, dans les montagnes stratiformes. Sa couleur est le gris jaunâtre passant au gris de cendre. On le rencontre en masse. A l'intérieur, il est mat. Sa cassure est terreuse, à grains assez gros; les fragmens sont à bords obtus. Il est très-tendre, maigre et rude au toucher. Il ne happe point à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,080 à 2,529. On s'en sert pour polir.

Espèce 8. — *Pierre flottante* (*fluat stone*)[3].

Ce minéral n'a encore été trouvé qu'à St.-Omer, en France. Sa couleur est le gris jaunâtre, inclinant au blanc jaunâtre et au blanc grisâtre. Il se présente tuberculeux et poreux; il est mat à l'intérieur; sa cassure est terreuse; les fragmens sont à bords obtus. Il est très-tendre, facile à casser; il est rude au toucher, et donne un craquement sourd; il est très-léger. On a présenté, dans la table qui suit, la constitution de ces différentes espèces, telle qu'elle a été jusqu'à présent reconnue.

---

[1] Haberle, Gehlen's Journ. Second series. II, 29.
[2] Kirwan. I, 202. Brochant. I, 379. Jameson. I, 379.
[3] Jameson. I, 429.

	ARGILE PURE.			TERRE À PORCELAINE.			ARGILE à Potier.	SCHISTE ADHÉRENT.			SCHISTE à polir.
Silice.	0,45 [1]	2 [2]	1 [3]	62 [4]	55 [5]	52 [6]	43,5 [7]	66,5 [8]	62,50 [9]	58 [10]	79 [11]
Alumine	32,50	45	31	19	27	47	33,2	7	0,50	5	1
Chaux.	0,35	2	0,5	12	2	—	3,5	1,25	0,25	1,5	1
Magnésie.	—	—	—	—	—	—	—	1,5	8	6,5	—
Potasse.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxide de fer. . . .	0,45	—	0,5	—	0,5	0,33	1	2,5	4	9	4
Acide sulfurique. .	19,35	—	21,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Eau.	47	27	45	—	14	—	18	19	22	19	14
Sulfate de chaux. .	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfate de barite. .	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—
Charbon	—	—	—	—	—	—	—	—	0,75	—	—
Perte.	—	—	0,5	—	1,5	0,67	0,8	2,25	2	1	—
	100,10	100	100,0	100	100,0	100,00	100,0	100,00	100,00	100,0	99

[1] Simon, Gehlen's Jour. I., 671.
[2] Fourcroy, Ann. du Mus. d'Hist. Nat. I., 43.
[3] Bucholz, Gehlen's Jour. IV, 446. Les résultats de Bucholz et de Simon ont été confirmés par Gehlen (Jour. I, 673), et Chenevix (Ann. de Chim. LIV., 200). L'échantillon examiné par Fourcroy devait conteuir une proportion extraordinaire de chaux.
[4] Hassenfratz, Ann. de Chim. XIV, 144.
[5] Vauquelin, Bull. Phil. N.° XXVI.
[6] Rose, Jameson's Jour. Min. I, 298.
[7] Vauquelin, Bull. Phil. N.° XXVI.
[8] Klaproth, Beitrage, II, 171.
[9] Une analyse plus exacte par Klaproth.
[10] Bucholz, Gehlen's Jour. Second Series, II, 37.
[11] Bucholz, Ibid. 28.

XIII. FAMILLE SCHISTES ARGILEUX.

Cette famille comprend cinq espèces qui sont, savoir : *le schiste alumineux*, *le schiste bitumineux*, *le schiste à dessiner*, *le schiste à aiguiser* et *le schiste argileux*. Famille schistes argileux.

ESPÈCE 1.re — *Schiste alumineux* [1].

Ce schiste se rencontre en lits et en couches dans le schiste argileux le plus nouvellement formé, et dans les montagnes de transition. Werner divise cette espèce en deux sous-espèces, *le schiste alumineux commun* et *le schiste alumineux éclatant*. Ces deux sous-espèces se distinguent principalement par l'éclat.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Schiste alumineux commun*.

On le rencontre en masse et quelquefois en morceaux de forme globuleuse. Sa couleur tient le milieu entre le noir grisâtre et le noir bleuâtre, tournant fortement au gris. A l'intérieur, il est brillant. Sa cassure est schisteuse, à feuillets parfaitement droits; les fragmens sont en plaques. Il conserve sa couleur sur sa raclure; il devient un peu éclatant. Il est tendre, aigre, aisément frangible. Lorsque ce schiste est exposé à l'air, il s'effleurit et acquiert une saveur alumineuse.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Schiste alumineux éclatant*.

On trouve cette sous-espèce en masse. Sa couleur tient le milieu entre le noir bleuâtre et le noir de fer; dans les fentes, il offre les couleurs de l'acier trempé et de la queue de paon. L'éclat de la cassure principale est l'éclatant, et cet éclat est métallique. L'éclat de la cassure en travers est le brillant. Sa cassure est schisteuse à feuillets, en partie droits et en partie courbes. Les fragmens sont en tables, tournant souvent aux fragmens cunéiformes. Quant aux autres caractères, cette sous-espèce ressemble à celle précédente.

ESPÈCE 2. — *Schiste bitumineux* [2].

Ce minéral se rencontre dans les montagnes stratiformes. Il y est en couches, qui accompagnent presque toujours celles

---

[1] Jameson. I, 431.

[2] Kirwan. I, 183. Brochant. I, 389. Jameson. I, 436.

du charbon de terre. Il semble être un mélange d'argile et de bitume. On le trouve en masse. Sa couleur est le noir brunâtre. A l'intérieur, son éclat est le brillant; sa cassure est schisteuse à feuillets parfaitement droits; les fragmens sont en forme de plaques. La couleur de sa raclure n'est point altérée, mais son éclat est augmenté. Ce schiste est très-tendre, se laissant couper au couteau. Il est onctueux au toucher, et aisément frangible; mis sur des charbons allumés, il donne une flamme pâle, et blanchit en brûlant.

Espèce 3. — *Schiste à dessiner, ou crayon noir*[1].

Ce minéral, qu'accompagne ordinairement le schiste alumineux, se rencontre dans les montagnes primitives. On l'emploie comme crayon noir pour dessiner, et c'est de cet usage qu'on en fait, que lui vient sa dénomination particulière.

Sa couleur est le noir grisâtre, approchant quelquefois du noir bleuâtre. On le trouve en masse. L'éclat de sa cassure principale est le brillant. La cassure en travers est matte. La cassure principale est schisteuse; celle en travers est terreuse à grains fins. Les fragmens sont ordinairement en forme de plaques. Ce schiste est opaque. Il tache le papier en noir; la couleur de sa raclure n'est pas changée. Son éclat est augmenté. Il est tendre; il se laisse couper au couteau; il est aisément frangible; il est maigre au toucher. Sa pesanteur spécifique est de 2,144 à 2,770. Il rougit en brûlant. Plongé dans l'eau, il ne tombe pas en morceaux.

Espèce 4. — *Schiste à aiguiser*[2].

Novaculite de Kirwan.

Cette pierre, originairement apportée du levant, sous le nom de *pierre à aiguiser de Turquie*, a été trouvée depuis en Allemagne.

Sa couleur ordinaire est le gris verdâtre; mais elle a quelquefois aussi celle du vert de montagne, du vert d'asperge et du vert d'olive. On la rencontre en masse. A l'intérieur, elle est brillante, ou elle est matte. Sa cassure, dans les *grandes masses*, est schisteuse; dans les *petits morceaux*, elle est es-

---

[1] Kirwan. I, 112. Brochant. I, 391. Jameson. I, 436.

[2] *Ibid.* p. 238. *Ibid.* p. 393. *Ibid.* p. 439.

quilleuse. Les fragmens sont en forme de plaques. Elle est translucide sur les bords, demi-dure; plutôt grasse que maigre au toucher. Sa pesanteur spécifique est 2,677.

ESPÈCE 5. — *Schiste argileux*[1].

Argilite de Kirwan.

Ce minéral, très-abondamment répandu dans la nature, appartient également aux roches primitives et aux roches de transition. Ses couleurs sont le gris jaunâtre, le gris bleuâtre, le gris verdâtre, le gris de fumée, le gris de cendre et le gris de perle; le vert noirâtre, le noir grisâtre, le rouge brunâtre. Ces couleurs présentent quelquefois des dessins tachetés. On trouve ce schiste en masse. A l'intérieur, son éclat varie de l'éclatant au brillant. C'est l'éclat gras, approchant de l'éclat nacré. Sa cassure est plus ou moins schisteuse, se rapprochant dans quelques variétés de la cassure lamelleuse, dans d'autres de la cassure compacte. Les fragmens sont en tables; et quelquefois aussi ils sont esquilleux. Sa raclure est ordinairement d'un blanc grisâtre. Il est opaque, tendre, susceptible de se laisser couper au couteau. Quelquefois il est un peu gras au toucher. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 2,67 à 2,88. La table qui suit présente la composition de celles des espèces précédentes, qui ont été analysées.

	Schiste à dessiner.	Schiste argileux.
Silice	64,06[2]	48,6[3]
Alumine	11,00	23,5
Magnésie	—	1,6
Peroxide de fer	2,75	11,3
Oxide de manganèse	—	0,5
Potasse	—	4,7
Carbone	11,00	0,3
Soufre	—	0,1
Eau et matière volatile	7,20	7,6
Perte	3,99	1,8
	100,00	100,0

[1] Kirwan. I, 234. Brochant. I, 395. Jameson. I, 441.
[2] Wiegleb, Crell's Annalen. 1797. II, 487.
[3] Daubuisson, Jameson. I, 442.

XIV. FAMILLE MICA.

Cette famille consiste dans les quatre espèces suivantes, savoir : *la lépidolithe*, *le mica*, *la pinite* et *la chlorite*.

ESPÈCE 1.re *Lépidolithe*[1].

Cette substance paraît avoir été découverte par l'abbé Poda, et décrite pour la première fois par de Born[2]. Elle se rencontre, dans différens pays, engagée dans le granit et autres roches primitives. On la trouve aussi dans l'Argylshire, en Écosse.

Sa couleur est le rouge fleur de pêcher, tirant sur le bleu lilas, et passant au gris de perle et au gris jaunâtre. On trouve cette pierre en masse, et cristallisée en prismes hexaèdres équiangles. A l'intérieur, elle est peu éclatante. Sa cassure en grandes masses est esquilleuse; en petits morceaux, elle est lamelleuse. Les fragmens sont à bords obtus. Elle est tendre, mais ses cristaux raieut le verre; elle se laisse couper au couteau. On parvient difficilement à la réduire en poudre[3]. Sa pesanteur spécifique est de 2,816 à 2,8549[4]. Sa poussière est blanche, légèrement rosacée[5]. Au chalumeau, elle bouillonne et se fond avec facilité en un émail blanc demi-transparent et rempli de bulles. Avec le borax, elle se dissout sans effervescence, mais elle ne le colore point[6]. Fondue avec la soude, elle donne, après une légère effervescence, une masse tachetée de rouge; avec le sel microcosmique, elle se fond en un globule de couleur de perle[7].

Ce minéral fut d'abord appelé *lilalithe* parce que sa couleur tire sur celle du lilas. Klaproth, après en avoir reconnu la composition, lui donna le nom de *lépidolithe* ou *pierre d'écailles*, à raison de sa structure en petites lames écail-

---

[1] Kirwan. I, 208. Klaproth, Beitrage. I, 279; et II, 191. Brochant. I, 399. Haüy. IV, 375. Jameson. I, 448. Lelièvre, Journ. des Min. N.° LI, 221.
[2] Crell's Ann. 1791. II, 196.
[3] Lelièvre, Journ. des Min. N.° LI, 219.
[4] Klaproth et Haüy.
[5] Lelièvre, Journ. des Min. N.° LI, 219.
[6] *Ibid.*
[7] Klaproth, Ann. de Chim. XXII, 37.

leuses. Les parties constituantes de la lépidolithe sont :

Silice	54,50[1]	54[2]	61,60[3]
Alumine	38,25	20	20,61
Chaux	—	—	1,60
Oxide de fer	0,75	1	Trace.
Oxide de manganèse	—	3	0,50
Potasse	4	18	9,16
Fluate de chaux	—	4	—
Eau	—	—	1,86
Perte	2,50	—	4,67
	100,00	100	100,00

ESPÈCE 2. — *Mica*[4].

Cette pierre forme une partie composante essentielle de beaucoup de montagnes. Elle a été pendant long-temps connue sous les noms de *glacies mariæ* et de *verre de Moscovie*. Elle consiste dans un grand nombre de lames minces, adhérentes entre elles et quelquefois d'une très-grande dimension. On a trouvé en Sibérie des feuilles de mica, ayant environ trois mètres dans chaque dimension[5].

Le mica se rencontre quelquefois cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit dont les bases sont des rhombes, ayant leurs angles de 120 et de 60°. La forme de la molécule intégrante est la même. Il se présente quelquefois en prismes droits dont les bases sont aussi des rectangles, et quelquefois on le trouve en prismes hexaèdres réguliers, ordinairement courts ; mais il est beaucoup plus fréquemment en lames ou en écailles de figure ou de dimension indéterminables[6].

Les couleurs du mica sont le gris jaunâtre, le gris de cendre et le gris verdâtre ; le vert noirâtre ; le blanc d'argent, le brun de tombac, le noir brunâtre. Ses cristaux sont très-éclatans. A l'intérieur, le mica est éclatant ; cet éclat est ordinairement nacré ou gras, quelquefois demi-métallique. Sa

[1] Klaproth, Beitrage. II, 195.
[2] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XLI, p. 235.
[3] Hisinger, Afhandlingar. III, 294.
[4] Kirwan. I, 210. Gmelin. Nov. com. petropol. XII, 549. Haüy. III, 208. Brochant. I, 402. Jameson. I, 451.
[5] Hist. générale des Voyages. XVIII, 272, citée par Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 299.
[6] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 296.

cassure est parfaitement lamelleuse avec simple clivage; quelquefois la cassure est rayonnée. Les fragmens sont ordinairement en forme de plaques. Les variétés du mica, à cassure lamelleuse, se présentent en concrétions distinctes grenues; les variétés à cassure rayonnée, sont en concrétions distinctes cunéiformes. Les lames minces sont transparentes. Il est tendre, susceptible d'être coupé au couteau, se rompant très-difficilement. Les lames sont flexibles et élastiques; souvent le mica absorbe l'eau; sa pesanteur spécifique est de 2,6546 à 2,9342. Sa surface est lisse, mais sans onctuosité sensible; sa poussière est grasse au toucher. Le mica se fond au chalumeau en un émail blanc, gris, vert ou noir; ce dernier émail agit très-sensiblement sur le barreau aimanté[1]. Le mica communique, par frottement, à la cire d'Espagne, l'électricité résineuse[2].

Les parties constituantes du mica sont, savoir :

Silice	47	48	42,5
Alumine	20	34,25	11,5
Magnésie	—	0,50	9
Oxide de fer	15,50	4,50	22
Oxide de manganèse	1,75	—	2
Potasse	14,50	8,75	10
Eau	—	1,25	1
Perte	1,25	2,75	2
	100,00	100,00	100,0[3]

ESPÈCE 3. — *Pinite*[4].

***Micarelle* de Kirwan.**

Ce minéral fut trouvé, pour la première fois, dans la mine dite de Pini, à Schneeberg, en Saxe; c'est ce qui lui fit donner le nom de pinite; depuis on l'a trouvé dans d'autres lieux.

La couleur de cette pierre est le gris noirâtre, mais elle est souvent recouverte d'ocre de fer à sa surface. On la rencontre presque toujours cristallisée en prismes à six faces,

[1] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 295. Bergman trouva cependant que le mica pur était infusible sans addition.

[2] *Ibid.*

[3] Klaproth, Beitrage. V, 64. Le premier échantillon était du mica commun, le second du mica en feuille large, le troisième était du mica noir venant de Sibérie.

[4] Kirwan. I, 212. Brochant. I, 456. Jameson. I, 456.

ayant leurs bords latéraux et leurs angles tronqués. La surface des cristaux est lisse. A l'intérieur, la pinite est peu éclatante: c'est l'éclat gras. La cassure en longueur est inégale à grains fins; la cassure en travers est imparfaitement lamelleuse. Les fragmens sont quelquefois à bords obtus. Elle est translucide sur les bords; tendre, susceptible d'être coupée au couteau, et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 2,980[1]. A la chaleur de 153° de Wedgewood, elle se fond en un verre noir compacte, rougeâtre à sa surface[2]. Traitée au chalumeau sans addition, elle n'éprouve aucune altération. Les parties constituantes de la pinite sont:

Silice.........	29,50......	46,0
Alumine......	63	42,0
Oxide de fer...	6,75......	2,5
Eau..........	—	7,0
Perte.........	0,75......	2,5
	100,00[3].....	100,0[4]

Espèce 4. — *Chlorite*[5].

Ce minéral est très-abondant dans les roches primitives. Werner divise l'espèce chlorite en quatre sous-espèces.

Sous-Espèce 1.re — *Chlorite terreuse*.

Cette sous-espèce se trouve dans différentes parties de l'Allemagne et en Suisse, dans du schiste argileux. Sa couleur tient le milieu entre le vert de montagne et le vert noirâtre. Elle est composée de petites écailles; elle est brillante, d'un éclat nacré. Sa raclure est de couleur vert montagne et éclatante. Elle adhère fortement à la peau; elle est grasse au toucher. Sa pesanteur spécifique est de 2,612. Elle a beaucoup de rapports géologiques avec la terre verte.

Sous-Espèce 2. — *Chlorite commune*.

Cette chlorite se rencontre dans diverses parties de la Saxe. Sa couleur est le vert noirâtre. Elle est en masse. A l'intérieur, elle est brillante; sa cassure est lamelleuse, passant à la cassure terreuse. Les fragmens sont à bords obtus. Elle

[1] Kirwan.
[2] *Ibid.* Mineral. I, 212.
[3] Klaproth, Berg. Journ. 1790, II, 229.
[4] Drappier, Journ. des Min. N.° C, p. 311.
[5] Kirwan. I, 137. Brochant. I, 408. Jameson. I, 458.

donne une raclure d'un vert plus clair que celui de sa couleur; elle est tendre, opaque, susceptible d'être coupée au couteau; elle est onctueuse au toucher; elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,832.

Sous-Espèce 3. — *Chlorite schisteuse.*

Cette sous-espèce se rencontre en couches subordonnées au schiste argileux. Sa couleur est le vert noirâtre. On la trouve en masse. Elle est intérieurement peu éclatante : c'est l'éclat gras. Sa cassure est schisteuse à feuillets courbes. La cassure de celles des variétés qui ont le plus d'éclat, passe à la cassure lamelleuse un peu écailleuse. Son clivage est double, les fragmens sont schisteux. Cette pierre est opaque. Elle donne une raclure d'un vert de montagne; elle est facile à couper au couteau, et un peu onctueuse au toucher. Sa pesanteur spécifique est 2,822.

Sous-Espèce 4. — *Chlorite lamelleuse.*

Cette sous-espèce n'a encore été trouvée jusqu'ici qu'en Suisse au mont Saint-Gothard, et dans l'île de Java*. Sa couleur tient le milieu entre le vert de montagne et le vert noirâtre. On la rencontre en masse; mais elle est ordinairement cristallisée en tables à six faces, en cylindres terminés par deux cônes et en doubles cônes à bases réunies. La surface de ses cristaux est striée. A l'extérieur, elle est peu éclatante; à l'intérieur, elle est éclatante : c'est l'éclat nacré. Sa cassure est lamelleuse à clivage simple. Les fragmens ont la forme de tables. Elle est translucide sur les bords, ou opaque. Cette pierre est tendre, facile à couper au couteau. Ses lames sont ordinairement flexibles. Elle est un peu grasse au toucher, aisément frangible. Sa raclure est légèrement colorée. Sa pesanteur spécifique est 2,823.

On trouvera, dans la table qui suit, les parties constituantes des espèces précédentes, telles qu'on a pu jusqu'à présent les déterminer.

---

* Jameson's Mineralogy of the scottish isles.

	CHLORITE terreuse.	CHLORITE commune.		CHLORITE lamelleuse.
Silice.	50 [1]	26 [2]	41,15 [3]	35 [4]
Alumine.	26	18,5	6,13	18
Chaux.	1,5	——	1,50	——
Magnésie.	——	8	39,47	29,9
Oxide de fer. . . .	5	43	10,15	9,7
Potasse.	17,5	——	——	——
Hydrochlorate de potasse.	——	2	——	——
Eau.	——	——	1,50	2,7
Perte.	——	2,5	0,10	4,7
	100,0	100,0	100,00	100,0

XV. FAMILLE LITHOMARGE.

Cette famille consiste dans les sept espèces suivantes, savoir *la terre verte*, *la pimelite*, *la lithomarge*, *le savon de montagne*, *la terre jaune*, *la cimolite* et *la collyrite*. Famille lithomarge.

ESPECE 1.re — *Terre verte* [5].

Ce minéral se trouve dans les cavités des amygdaloïdes et en couches superficielles; sa couleur est le vert céladon, passant quelquefois à d'autres variétés. On la trouve en masse et en morceaux globuleux. A l'intérieur, elle est matte; sa cassure est unie; les fragmens sont à bords obtus; elle devient un peu éclatante par la raclure; elle est très-tendre, facile à se laisser couper au couteau; elle est aisément frangible. Les peintres font usage de cette substance, dont la couleur n'est point altérée par les acides.

---

[1] Vauquelin, Haüy. III, 266. Avec la potasse est compris un peu d'acide hydrochlorique.
[2] Vauquelin, *ibid.* p. 264.
[3] Hœpner, Crell's Annals. 1790, I, 56.
[4] Lampadius, Handbuch.
[5] Kirwan. I, 196. Brochant. I, 445. Jameson. I, 466.

Ses parties constituantes sont :

		Terre verte.
Silice..............	53[1].......	51,5[2]
Magnésie..........	2.........	1,5
Oxide de fer........	28.........	20,5
Potasse............	10.........	18
Eau................	6.........	8
Perte..............	1.........	0,5
	100	100,0

Espece 2. — *Pimelite*[3].

Ce minéral, qui accompagne la chrysoprase, fut établi pour la première fois, comme une espèce particulière, par Karsten, qui divise cette espèce en deux sous-espèces[4], la pimelite friable et la pimelite endurcie. Il en donne la description ainsi qu'il suit.

Sous-Espèce 1.re — *Pimelite friable.*

Couleur verte verdier. En masse; matte. Cassure terreuse. Fragmens à bords obtus. Très-tendre, passant au friable, un peu pesante au toucher. Sa composition est de

Silice...............	35,00
Eau.................	38,13
Alumine.............	5,00
Magnésie............	1,25
Chaux...............	0,42
Oxide de nickel.......	15,62
Oxide de fer.........	4,58
	100,00[5]

Sous-Espèce 2. — *Pimelite endurcie.*

Couleur vert-pomme. En partie terreuse, et en partie en croutes. Faiblement brillante à l'intérieur. Cassure unie. Fragmens à bords aigus; tendre. Onctueuse au toucher. Infusible au chalumeau, mais perdant ainsi partie de son poids.

---

[1] Terre verte de Véronne. Klaproth, Beitrage. IV, 239.

[2] Venant de Chypre. Klaproth, *ibid*. p. 242.

[3] Jamson. I, 468.

[4] Tabellen, p. 88.

[5] Klaproth's Beitrage. II, 139.

ESPECE 3. — *Lithomarge*[1].

Cette pierre se trouve en filons, en forme de nids et en lits dans différentes espèces de roches; elle est très-commune. Werner divise cette espèce en deux sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Lithomarge friable.*

Les couleurs de cette sous-espèce sont le blanc de neige, le blanc jaunâtre et le blanc rougeâtre. On la trouve en masse; elle est à peine brillante. Ses parties sont généralement cohérentes, quelquefois peu agglutinées; elle est composée de particules écailleuses fines; elle est grasse au toucher; elle happe à la langue; elle est phosphorescente dans l'obscurité; elle tache légèrement.

Ses parties constituantes sont :

Silice..................	32,0
Alumine.	26,5
Oxide de fer............	21,0
Hydrochlorate de soude..	1,5
Eau....................	17,0
Perte..................	2,0
	100,0[2]

SOUS-ESPÈCE 2. — *Lithomarge endurcie.*

Ses couleurs sont le blanc de neige, le blanc jaunâtre et le blanc rougeâtre; le gris de perle, le bleu de prune et de lavande; le rouge de chair et le jaune d'ocre. Les variétés blanches et celles rouges ne sont que d'une seule couleur. Dans les autres variétés, ces couleurs se mélangent ensemble, et présentent des dessins tachetés et nuagés. Cette sous-espèce de la lithomarge se rencontre en masse. A l'intérieur, elle est matte; sa cassure est conchoïde; elle devient éclatante par la raclure, se laissant couper au couteau; elle est très-tendre; elle est aisément frangible; elle happe fortement à la langue; elle est grasse au toucher; elle est légère.

---

[1] Kirwan. I, 187. Brochant. I, 447. Jameson. I, 390.

[2] Klaproth, Beitrage. IV, 349.

ESPECE 4. — *Savon de montagne*[1].

Ce minéral, qui n'a été trouvé jusqu'ici qu'à Olkuzk, en Pologne et dans le Cornouaille, est toujours engagé dans des roches stratiformes.

Sa couleur est un noir de poix ou brunâtre; on le rencontre en masse. A l'intérieur, il est mat; sa cassure est terreuse à grain fin; les fragmens sont à bords obtus. Le savon de montagne est opaque; il ne tache point; il est écrivant sur le papier; il devient éclatant par la raclure; il est très-tendre, se laissant couper au couteau; il est aisément frangible; il happe fortement à la langue; il est médiocrement pesant.

ESPECE 5. — *Terre jaune*[2].

La terre jaune se trouve dans la Haute-Lusace, dans des montagnes stratiformes; sa couleur est le jaune d'ocre. Ce minéral se rencontre en masse; l'éclat de sa cassure principale est le brillant; dans sa cassure en travers, il est mat; il devient éclatant par la raclure; sa cassure principale est plus ou moins parfaitement schisteuse; sa cassure en travers est terreuse. Les fragmens sont en partie indéterminés et à bords obtus, et en partie en tables. Elle est tachante, et même écrivante; elle est très-tendre, un peu onctueuse au toucher et presque légère; elle happe à la langue, on l'emploie dans les arts comme couleur jaune.

ESPECE 6. — *Cimolite*[3].

Ce fut Hawkins qui trouva ce minéral dans l'île d'Argentière, une de celles de l'Archipel. On l'y employait au blanchiment des étoffes. Pline avait fait mention de cette pierre, sous le nom de *cimolia*. Sa couleur est le gris de perle; mais par son exposition à l'air, elle devient rougeâtre. Sa contexture est terreuse; sa cassure est inégale. La cimolite est opaque. Elle ne tache point; elle happe fortement à la langue; elle est tendre, difficile à rompre. Sa pesanteur spé-

---

[1] Brochant. I, 453. Jameson. I, 474. Bucholz, Gehlen's Journ. III, 597.

[2] Kirwan. I, 294. Brochant, I, 455. Jameson. I, 397.

[3] Brochant. I, 329.

cifique est de 2,000. Traitée au chalumeau, elle blanchit. Ses parties constituantes sont :

Silice	63
Alumine.	23
Oxide de fer.	1,25
Eau	12
Perte.	0,75
	100,00[1]

Espèce 7. — *Collyrite*[2].

Ce minéral se rencontre dans la mine d'Etienne à Schemnitz, en Hongrie, où il forme une veine de 12 à 15 centimètres de large dans du grès.

Sa couleur est le blanc de neige, souvent avec une nuance de gris, de rouge ou de jaune. On le trouve en masse. Il est mat, excepté dans la variété du blanc rougeâtre, qui se présente faiblement brillante. La cassure est fine, terreuse et unie. Les fragmens sont indéterminés et à bords aigus. Il est translucide sur les bords; sa raclure est éclatante et résineuse. Il tache légèrement. Il est très-tendre, aigre, aisément frangible. Il happe fortement à la langue. Il est léger; sa composition est de

Silice.	14
Alumine	45
Eau.	42
	101[3]

XVI.e FAMILLE PIERRES SAVONNEUSES.

Il y a sept espèces dans cette famille, savoir : la *magnésie native*, le *bol*, le *meerschaum*, la *sphragide*, la *terre à foulon*, la *stéatite*, l'*agalmatolite*. Famille pierres savonneuses.

Espèce 1.re — *Magnésie native*[4].

Ce minéral, qui a été trouvé en petites veines dans la serpentine à Hoboken, dans le New-Jersey, fut découvert et décrit par le docteur Bruce, professeur de minéralogie à

[1] Klaproth, Beitrage. I, 299.
[2] Jameson, I, 478.
[3] Klaproth, Beitrage. I, 257.
[4] Jameson, I, 480.

New-York[1]. C'est un hydrate de magnésie. Sa couleur est le blanc de neige passant au blanc verdâtre. Il est en masse avec un éclat nacré. La cassure est lamelleuse ou rayonnée. Il est demi-transparent dans la masse; la lame simple est transparente. Cette pierre est tendre, un peu élastique. Elle happe légèrement à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,13. Elle est soluble dans les acides. Elle consiste en

Magnésie.........	70
Eau.............	30
	100

En la supposant un composé de 1 atôme de magnésie et de 1 atôme d'eau, sa constitution serait :

Magnésie.......	68,94
Eau...........	31,06
	100,00

ESPÈCE 2. — *Bol*[2].

C'est principalement dans l'île de Lemnos, à Sienne en Italie, et dans la Silésie, que ce minéral a été rencontré.

On le trouve en masse; sa cassure est parfaitement conchoïde; à l'intérieur il est brillant; il devient éclatant par la raclure. Il est translucide et opaque, tendre, se laissant facilement couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 1,4 à 2; il acquiert du poli par le frottement; il happe à la langue; il est gras au toucher; sa couleur est le jaune de crême passant au rouge brun et au rouge de chair; il est quelquefois tacheté de noir et de brun. Lorsqu'on plonge cette substance desséchée dans l'eau, elle donne un léger bruit dû au dégagement de bulles d'air. Ses parties constituantes sont :

Silice.....................	47
Alumine....................	19
Oxide de fer...............	5,4
Carbonate de chaux.........	5,4
Carbonate de magnésie......	6,2
Eau........................	17,0
	100,0[3]

[1] Bruce's Journal. I, 26.
[2] Kirwan. I, 191. Brochant. I, 459. Jameson. I, 486.
[3] Bergman, Opusc. IV, 157. L'échantillon venait de Lemnos.

ESPECE 3. — *Meerschaum*[1].

Keffekill. — *Ecume de mer.*

C'est près de Konie, dans la Natolie, qu'on retire cette substance de la terre. On l'y emploie à la fabrication des fourneaux de pipes à fumer turques. Le produit de leur vente fournit à l'entretien d'un monastère de derviches, établi près du lieu où cette pierre se tire. On la trouve dans une grande fente, large d'environ deux mètres, dans une terre grise calcaire. Les ouvriers employés à son extraction assurent qu'elle se reproduit dans la fente[2] et qu'elle s'enfle d'elle-même sous forme d'écume[3]. Cette substance, au moment où on la retire de terre, est de la consistance de la cire, mais elle se durcit à l'air. Au feu cette pierre sue, il s'en exhale une vapeur fétide; elle devient dure et parfaitement blanche.

Sa couleur est le blanc jaunâtre, rarement le blanc de neige. On la trouve en masse; à l'intérieur elle est matte; elle prend de l'éclat par la raclûre; sa cassure est terreuse à grain fin, passant à la cassure conchoïde applatie; les fragmens sont à bords assez aigus; elle est opaque, tendre, facile à se diviser; elle ne se rompt pas aisément; elle est grasse au toucher; sa pesanteur spécifique est 1,600[4].

Ses parties constituantes sont :

Silice	50,50	41
Magnésie	17,25	18,25
Chaux	0,50	0,50
Acide carbonique.	5,00	»
Eau	25,00	39,00
Perte	1,75	1,25
	100,00	100,00[5]

ESPECE 4. — *Terre de Lemnos*[6].

Sphragide de Karsten.

Ce minéral n'a encore été trouvé, jusqu'à présent, que dans l'île de Lemnos, où il est en grande vénération. Il en fut

[1] Kirwan's Min. I, 144. Brochant. I, 462. Jameson. I, 483.
[2] Reignegg, Phil. Mag. III, 165.
[3] D'où lui est venu le nom de *keff-kill*, ou plutôt *keff-kelli*, écume argileuse ou argile legère.
[4] Klaproth.
[5] Klaproth, Beitrage. II, 174.
[6] Jameson. I, 489.

envoyé par Hawkins des échantillons à Klaproth, qui l'analysa et en décrivit les propriétés.

Ses couleurs sont le gris jaunâtre et le blanc jaunâtre. Il est souvent marbré sur la surface avec de la rouille formant comme des taches. Il est mat. La cassure est fine, terreuse. Il est complètement maigre au toucher et il happe fortement à la langue. Plongé dans l'eau, il tombe en morceaux et il se dégage des bulles d'air en grand nombre.

Les parties constituantes de ce minéral sont :

Silice.	66,00
Alumine..	14,50
Magnésie.	0,25
Chaux.	0,25
Soude.	3,50
Oxide de fer..	6,00
Eau.	8,50
Perte.	1,00
	100,00[1]

ESPECE 5. — *Terre à foulon*[2].

Ce minéral se rencontre à l'état le plus parfait dans les contrées méridionales de l'Angleterre. On le trouve aussi dans la Haute-Saxe et en Suède.

Ses couleurs sont le blanc verdâtre, le gris verdâtre et le vert d'huile d'olive. Cette terre est quelquefois tachetée, et elle ne se présente qu'en masse; à l'intérieur elle est matte : par sa raclure elle prend de l'éclat; sa cassure est tantôt inégale, tantôt imparfaitement conchoïde et tantôt esquilleuse. Les fragmens sont indéterminés et à bords obtus; ils sont aussi schisteux; la terre à foulon est ordinairement opaque, très-tendre, se laissant facilement couper au couteau; elle happe à peine à la langue; elle est grasse au toucher; elle se divise en morceaux dans l'eau sans former pâte avec ce liquide; elle se fond en une scorie brune spongieuse.

---

[1] Klaproth, Beitrage. IV, 333.

[2] Kirwan. I, 184. Brochant. I, 464. Jameson. I, 491.

Ses parties constituantes sont :

Silice.	53,0	48,5
Alumine.	10,0	15,5
Chaux.	0,50.	»
Magnésie..	1,25.	1,5
Oxide de fer.	9,75.	7,0
Hydrochlorate de soude.	0,10.	»
Eau.	24	25,5
Perte.	1,40.	2,0
	100,00	100,0[1]

Espece 6. — *Stéatite*[2].

Quoique les anciens eussent fait mention de cette pierre, les minéralogistes n'y avaient cependant encore fait que peu d'attention à l'époque où Pott publia, dans les mémoires de Berlin, pour 1747, ses expériences sur cette substance.

Elle est ordinairement amorphe, mais quelquefois elle se rencontre cristallisée en prismes hexaèdres. Ses couleurs sont le blanc grisâtre, le blanc verdâtre, le blanc jaunâtre et le blanc rougeâtre. Elle est quelquefois tachetée ; les faces latérales des cristaux sont striées en travers. A l'intérieur elle est matte ou brillante ; par sa raclure elle devient éclatante ; sa cassure est esquilleuse à grosses écailles : quelquefois elle est inégale, conchoïde et même tendant à la cassure fibreuse à larges fibres ; les fragmens sont à bords obtus. Cette pierre est translucide sur les bords, tendre, se laissant facilement couper au couteau et aisément frangible. Elle ne happe point à la langue. Elle est grasse au toucher ; sa pesanteur spécifique est 2,614 ; elle est infusible au chalumeau sans addition, mais elle y perd sa couleur et se durcit.

---

[1] Klaproth, Beitrage. IV, 334. Le premier échantillon venait de Rygate, au comté de Surrey ; le second, de Nimptch en Silésie.

[2] Kirwan. I, 151. Pott, Mém. Berl. 1747, p. 57. Wiegleb, Journ. de Phys. XXIX, 60. Lavoisier, Mém. Par. 1778, p. 433. Brochant, I, 474. Jameson, I, 495.

Ses parties constituantes sont :

Silice.	59,5	45,0	61,25	64
Magnésie.	30,5	24,75	26,25	22
Alumine.	»	9,25	1	3
Chaux.	»	»	0,75	»
Oxide de fer. . .	2,5	1	1	5
Potasse.	»	0,75	»	»
Eau.	5,5	18,00	6,00	6
Perte.	2,0	1,25	3,75	»
	100,0	100,00[1]	100,00	100[2]

ESPECE 7. — *Agalmatolite*, *bildstein*, ou *pierre à figure*[3].

Ce minéral, qui fut originairement classé parmi les stéatites, nous est apporté de la Chine, et toujours coupé en figures diverses d'où lui vient son nom. Ce fut par l'analyse qu'en fit Klaproth que l'attention des minéralogistes se porta pour la première fois sur cette substance.

Ses couleurs sont le gris verdâtre, le gris jaunâtre, le brun jaunâtre ; il s'en présente quelques variétés de couleur d'un rouge de chair, et il en est quelques-unes qui sont tachetées. On rencontre le bildstein en masse ; à l'intérieur son éclat est à peine le brillant ; sa cassure est parfaitement esquilleuse, tendant à la cassure schisteuse. Les fragmens sont quelquefois anguleux indéterminés, à bords aigus, et quelquefois ils sont schisteux. Cette substance est translucide, tendre et très-tendre, se laissant facilement couper au couteau. Elle est presque grasse au toucher ; sa pesanteur spécifique varie de 2,785 à 2,818[4].

On a réuni dans la table qui suit les parties constituantes de ces espèces, telles qu'elles ont pu être reconnues par l'analyse.

---

[1] Klaproth, Beitrage. II, 179. Le premier échantillon venait de Bayreuth, le second de Cornouailles.

[2] Vauquelin, Ann. de Chim. XLIX, 83. Le premier échantillon était la variété appelée craie de Briançon.

[3] Jameson. I, 500. Klaproth, Beitrage. II, 184. Vauquelin, Ann. de Chim. XLIX, 77.

[4] Klaproth.

	[1]	[1]	[2]	[3]	[3]	[4]	[4]
Silice	54	62	56	54,5	55	55	51,50
Alumine	36	24	29	34	33	30	32,50
Chaux	—	1	2	—	—	1,75	3,0
Oxide de fer	0,75	0,5	1	0,75	0,5	1	1,75
Oxide de manganèse	—	—	—	—	—	Trace.	1,20
Potasse	—	—	7	6,25	7	6,25	6
Eau	5,50	10	5	4	3	5,50	5,13
Perte	3,75	2,5	—	0,5	1,5	0,50	—
	100,00	100,0	100	100,00	100,0	100,00	101,08

XVII.e FAMILLE TALC.

Cette famille comprend six espèces, savoir : le *néphrite*, la *serpentine*, la *pierre ollaire*, le *talc*, la *nacrite* et l'*asbeste*.

Espece 1.re — *Néphrite*[5].

Jade.

Cette pierre appelée autrefois *lapis nephriticus*, était très-renommée pour ses vertus médicales. On la trouve en Egypte, dans la Chine, en Amérique, ainsi que dans les montagnes de la Sibérie et de la Hongrie. Elle est tantôt adhérente aux roches et tantôt détachée en morceaux arrondis. Werner a partagé cette espèce en deux sous-espèces, le *néphrite commun* et la *pierre de hache*.

Sous-Espèce 1.re — *Néphrite commun*.

Sa couleur est le vert poireau, et quelquefois c'est un blanc verdâtre. Ce néphrite se trouve en masse et en morceaux arrondis ; à l'intérieur il est ordinairement mat ; quelquefois brillant et d'un blanc argentin, ce qui est dû à un

---

[1] Klaproth, Beitrage. II, 187.
[2] Vauquelin, Ann. de Chim. XLIX, 82.
[3] Klaproth, Beitrage. V, 21. Le premier échantillon venait de la Chine, le second de Nagyag.
[4] John, Annals of Phylosophy. IV, 214.
[5] Kirwan. I, 171. Bartolin, de Lapide nephritico. Lehmann, Nov. com. petropol. X, 381. Hæpfner, Hist. nat. de la Suisse. I, 251. Brochant. I, 467. Jameson. I, 503.

mélange de particules de talc et d'asbeste. Sa cassure est esquilleuse à grandes écailles, d'un blanc verdâtre. Les fragmens sont à bords peu aigus. Cette pierre est translucide, dure, un peu aigre, se rompant difficilement, un peu onctueuse au toucher; sa pesanteur spécifique est de 2,966 à 3,071 [1]; elle est susceptible de prendre un bon poli, mais d'un aspect gras et huileux; on la taille pour en faire des manches de couteau, des poignées de sabres, etc.

Sous-Espèce 2. — *Pierre de hache.*

La couleur de ce minéral tient le milieu entre le vert de montagne et le vert poireau. On le trouve en masse; à l'intérieur il est brillant; sa cassure en grand est schisteuse, en petit elle est esquilleuse. Les fragmens sont en forme de plaques; il est translucide, dur, peu aigre, se rompant difficilement. Les habitans de la Nouvelle-Zélande en font des casse-têtes, des haches, etc.

Ses parties constituantes sont:

Silice.	50,50
Magnésie.	31,00
Alumine.	10,0
Oxide de fer.	5,50
Oxide de chrome. . . .	0,05
Eau.	2,75
Perte.	0,20
	100,00 [2]

Espèce 2. — *Serpentine* [3].

Cette pierre se trouve en masses amorphes, formant des couches subordonnées dans les roches primitives, ou même des montagnes entières. Elle existe en abondance dans beaucoup de pays, particulièrement à Zobiltz dans la Haute-Saxe, et à Portsoy en Ecosse, où elle est connue sous le nom de *marbre de Portsoy*. Werner a partagé l'espèce serpentine en deux sous-espèces : la *serpentine commune* et la *serpentine noble* ou *précieuse*.

---

[1] Saussure, Gehlen's Journ. Second series. II, 453.
[2] Kastner, Gehlen's Journ. Second series. II, 459.
[3] Kirwan. I, 156. Margraff, Mém. Berl. 1759, p. 3. Bayen, Journ. de Phys. XIII, 46. Mayer, Crell's Ann. 1789. II, 416. Brochant, I, 481. Jameson, I, 507.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Serpentine commune.*

Les couleurs de cette sous-espèce sont le vert, le jaune et le rouge, de nuances variées. Le plupart de ces couleurs sont ordinairement mélangées et présentent des dessins rubanés, pointillés et nuagés. Cette pierre se trouve en masse; à l'intérieur elle est matte; sa cassure est tantôt esquilleuse, tantôt conchoïde applatie, et tantôt inégale à grain fin, passant à la cassure unie. Elle est translucide sur les bords, tendre, rayée par le spath calcaire, passant à la faculté de se laisser couper au couteau; elle est difficile à rompre; elle est un peu grasse au toucher. Sa pesanteur spécifique est de 2,574 à 2,709. Elle est infusible au chalumeau.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Serpentine noble* ou *précieuse.*

Sa couleur est un vert poireau foncé passant au vert noirâtre. On la trouve en masse; à l'intérieur elle est peu éclatante; c'est un éclat gras; sa cassure est tantôt conchoïde et tantôt esquilleuse. Les fragmens, dans la variété à cassure conchoïde, sont à bords très-aigus; dans la variété à cassure esquilleuse ils le sont moins. Cette pierre est translucide, presque grasse au toucher; elle est tendre. Sa pesanteur spécifique est de 2,173. Ses parties constituantes sont ainsi qu'il suit:

Les deux premières analyses sont celles de la serpentine commune, et les deux dernières, celles de la serpentine précieuse.

Silice.	28	32,00	42,50	43,07
Magnésie.	34,5	37,24	38,60	40,37
Chaux..	0,5	10,60	»	0,50
Alumine.	23	0,50	»	0,25
Oxide de fer. . .	4,5	0,60	1,50	1,17
Matière volatile.	10,5	14,16	15,20	12,45
Perte..	»	4,90	2,20	2,19
	101,0 [1]	100,00 [2]	100,00 [3]	100,00 [4]

ESPECE 3. — *Pierre ollaire* [5].

Pot-stone.

Ce minéral se trouve en couches à Come, dans le pays

---

[1] Chenevix, Ann. de Chim. XXVIII, 199. Il est douteux que l'échantillon fût réellement de la serpentine.
[2] Hisinger, Afhandlingar. III, 303.
[3] John, Magazin naturf; Freund, 4 Jahrg. 2 Quart, p. 114.
[4] Hysinger, Afhandlingar. IV, 341.
[5] Kirwan, I, 155. Brochant, I, 405. Jameson, I, 51?.

des Grisons. On dit l'avoir aussi rencontré dans d'autres lieux.

Sa couleur est le gris verdâtre. Il se présente en masse. A l'intérieur il est peu éclatant, c'est l'éclat nacré. La cassure est quelquefois lamelleuse à lames courbes, quelquefois imparfaitement schisteuse. Les fragmens sont en tables. Cette pierre, lorsque sa cassure est lamelleuse, est composée de concrétions distinctes, imparfaitement grenues. Elle est translucide sur les bords, très-tendre, se laissant facilement couper au couteau. Cette pierre est grasse au toucher, difficile à rompre et très-réfractaire. On s'en sert, d'après cette propriété, pour revêtir les fourneaux. On peut aisément la tourner en ustensiles de cuisine, et c'est de là que lui est venu son nom.

ESPECE 4. — *Talc**.

Cette pierre a quelque rapport avec le mica, mais on l'en distingue aisément. Werner partage cette espèce en deux sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Talc commun; talc de Venise.*

Ce talc se rencontre dans des roches de serpentine; ses couleurs sont le vert pomme, le blanc verdâtre, le blanc d'argent et le vert d'asperge. On le trouve en masse ou en cristaux qui sont de très-petites tables. Il est très-éclatant; à l'intérieur c'est un éclat perlé, et quelquefois demi-métallique; sa cassure est lamelleuse à lames droites et courbes. Les fragmens sont cunéiformes, rarement esquilleux. Le clivage est simple; il est translucide, et transparent dans les lames minces.. Cette substance est quelquefois composée de concrétions distinctes grenues. Elle est à feuillets flexibles, mais non élastiques; elle est très-tendre, se laissant couper facilement au couteau; elle est très-grasse au toucher. Sa pesanteur spécifique est de 2,7 à 2,8. Elle est infusible au chalumeau sans addition. C'est cette propriété qui la distingue de la chlorite.

SOUS-ESPÈCE 2. *Talc endurci.*

On trouve cette sous-espèce, comme la précédente, dans

* Kirwan, I, 150. Pott, Mém. Berl. 1746, p. 65. Haüy, III, 252. Brochant, I, 486. Jameson, I, 517.

les montagnes primitives; sa couleur est le gris verdâtre. Elle se rencontre en masse; elle est éclatante, c'est l'éclat nacré; sa cassure tient le milieu entre celle imparfaitement lamelleuse et la cassure schisteuse à feuillets courbes. Les fragmens sont schisteux. Ce talc est translucide, au-moins sur les bords, tendre, se laissant facilement couper au couteau, et aisément frangible. Il est gras au toucher. Il a beaucoup de rapport avec la pierre ollaire. Sa pesanteur spécifique est 2,982. Les parties constituantes de ce minéral sont:

Silice.	62	62
Magnésie.	27	30,50
Alumine.	1,5	»
Potasse.	»	2,75
Oxide de fer.	3,5	2,50
Eau.	6	0,50
Perte.	»	1,75
	100,0[1]	100,00[2]

ESPECE 5. — *Nacrite*[3].

Talcite de Kirwan.

Ce minéral se rencontre dans des cavités de roches primitives; il fut établi comme espèce particulière par Brogniart.

Ses couleurs sont le jaune de crême, le blanc verdâtre, et le gris verdâtre. Il consiste dans des parties écailleuses, qui sont plus ou moins compactes. Il est fortement brillant et nacré, inclinant à l'éclat résineux. Il est friable, gras au toucher, tachant. Il exhale une odeur argileuse lorsqu'on souffle dessus. Il est léger. Ses parties constituantes sont, suivant John:

Silice.	60,20
Alumine.	30,83
Oxide de fer.	3,55
Eau.	5,00
Chaux.	Trace.
Perte.	0,42
	100,00[4]

[1] Vauquelin, Ann. de Chim. XLIX, 77.
[2] Klaproth, Beitrage, V, 63. L'échantillon venait du St.-Gothard.
[3] Jameson, I, 523.
[4] Ann. de Chim. LXVII, 264.

Espece 6. — *Asbeste*[1].

Les anciens eurent connaissance de ce minéral : ils faisaient avec l'une de ses variétés une espèce de toile qui était devenue fameuse parmi eux à raison de son incombustibilité. On trouve l'asbeste dans les montagnes primitives, et spécialement dans des roches de serpentine, qu'il traverse en veines minces. Werner divise cette espèce en quatre sous-espèces.

Sous-Espèce 1.re — *Asbeste élastique*, ou *liége de montagne*.

Les couleurs de cette sous-espèce sont le gris jaunâtre, le blanc jaunâtre, le blanc grisâtre, le gris cendré pâle, le brun jaunâtre et le jaune de crême. Quelquefois elle présente des taches jaunes d'ocre. On la trouve en masse et en plaques ; à l'intérieur elle est mate ; la raclure est éclatante ; sa cassure est fibreuse à fibres très-fines, entrelacées irrégulièrement ; ce qui, à la première inspection lui donne l'apparence d'une cassure inégale à grain fin. Cet asbeste est opaque ou translucide sur les bords. Il est très-tendre et reçoit l'impression de l'ongle ; il se laisse facilement couper au couteau ; il est flexible et élastique. Il donne un cri particulier lorsqu'on le manie. Il est maigre au toucher ; sa pesanteur spécifique est de 0,993 à 0,680[2]. Il ne se fond qu'avec difficulté au chalumeau.

Sous-Espèce 2. — *Amianthe*.

Les couleurs de cette sous-espèce sont le blanc verdâtre, le gris verdâtre, le vert d'olive et quelquefois le rouge de sang. On trouve l'amianthe en masse, en plaques et en cristaux capillaires ; à l'intérieur cette substance est peu éclatante ; dans quelques cas elle est très-éclatante : c'est l'éclat nacré ; sa cassure est fibreuse à fibres parallèles très-déliées ; les fragmens sont esquilleux à esquilles minces ; elle est translucide sur les bords. Cette sous-espèce est très-tendre, se laissant aisément couper au couteau ; elle est flexible et un peu élastique. Elle se fend aisément. Elle est difficile à rompre. Sa pesanteur spécifique est de 0,9888 à 2,3134 ; elle se fond difficilement au chalumeau.

---

[1] Kirwan, I, 159. Bergman, IV, 160. Plot, Phil. Trans. XV, 1051. Nebel, Journ. de Phys. II, 62. *Ibid.* III, 367. Haüy, III, 245. Brochant, I, 492. Jameson, I, 524.

[2] Bergman.

Sous-Espèce 3. — *Asbeste commun.*

Les couleurs de cet asbeste sont le vert poireau foncé et le vert de montagne; le gris verdâtre. On le trouve en masse et en cristaux capillaires. A l'intérieur il est peu éclatant, c'est un éclat nacré; sa cassure est rayonnée à rayons parallèles, et fibreuse à fibres courbes parallèles; les fragmens sont esquilleux; il est translucide sur les bords. Cette substance est tendre et difficile à rompre. Elle n'est pas flexible; elle un peu onctueuse au toucher. Sa pesanteur spécifique est de 2,547 à 2,995; elle se fond au chalumeau en une scorie d un noir grisâtre, mais très-difficilement.

Sous-Espèce 4. — *Asbeste ligniforme*, ou *bois de montagne.*

La couleur de cet asbeste est le brun de bois; on le trouve en masse et en plaques. A l'intérieur il est brillant; sa cassure en grand est lamelleuse à lames courbes; sa cassure en petit est fibreuse à fibres entrelacées; les fragmens sont schisteux. Cette substance est tendre, se laissant couper au couteau, un peu flexible et élastique; elle est maigre au toucher; sa pesanteur spécifique est 2,051.

On a présenté, dans la table qui suit, les parties constituantes des sous-espèces qui précèdent, d'après les analyses qu'on en a faites.

	LIÉGE DE MONTAGNE.		AMIANTHE.				ASBESTE COMMUN.
Silice.	62 [1]	56,2 [1]	64 [2]	64 [2]	72 [2]	59 [3]	63,9 [4]
Alumine	2,8	2	2 7	3,3	3,3	3	1,1
Chaux.	10	12.7	13,9	6,9	10,5	9,50	12,8
Magnésie. . . .	22	26,1	17,2	18,6	12.9	25	16,0
Oxide de fer . .	3,2	3	2,2	1,2	1,3	2,25	6,0
Barite.	—	—	—	6	—	—	—
Perte.	—	—	—	—	—	1,25	0,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

[1] Bergman, IV, 169 et 170. La chaux et la magnésie étaient à l'état de carbonates.

[2] *Ibid.* p. 161, 164 et 168. La magnésie et la chaux étaient à l'état de carbonates. Le premier échantillon venait de Svartvik dans la Dalécarlie, le second de la Tarentaise, et le troisième de Corias dans les Asturies. [3] Chenevix, Ann. de Chim. XXVIII, 201.

[4] Bergman, IV, 170. L'échantillon venait de Grænge en Dalécarlie.

XVIII. FAMILLE HORNBLENDE.

Famille Hornblende.

Cette famille renferme sept espèces ; savoir, la *hornblende*, l'*actinolite*, la *tremolite*, la *cyanite*, la *rhætizite*, le *diallage* et l'*hyperstène*.

Espèce 1re. — *Hornblende* *.

Amphibole de Haüy.

Ce minéral entre dans la composition de beaucoup de montagnes. On le trouve souvent amorphe, mais très-fréquemment aussi il se rencontre cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme rhomboïdal dont les pans sont inclinés entre eux de 124°,34′ et 55°,26′; et dont les bases ont leurs angles de 122°,56′ et de 57°,4′. La variété la plus commune est celle d'un prisme à 6 pans terminés par des sommets trièdres ou tétraèdres. Werner divise cette espèce en quatre sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Hornblende commune.*

Cette sous-espèce se rencontre principalement comme partie constituante dans les roches primitives, comme dans la siénite et la pierre verte. Sa couleur est le noir verdâtre approchant quelquefois du gris et du noir de velours, et quelquefois aussi du gris verdâtre. On la trouve tantôt en masse et tantôt cristallisée en prismes qui se coupent entre eux de manière à rendre difficile la détermination de leur figure. A l'intérieur elle est éclatante, d'un éclat nacré. La cassure est ordinairement lamelleuse ; quelquefois elle est rayonnée. La surface de la cassure est striée en longueur. Le clivage des variétés à cassure lamelleuse est double. Les fragmens sont habituellement indéterminés. Quelquefois ils approchent de la forme rhomboïdale. La hornblende commune est composée de concrétions distinctes grenues. Les variétés noires sont opaques. Les variétés vertes sont translucides sur les bords. Cette sous-espèce de hornblende donne une raclure d'un vert de montagne. Elle est demi-dure, difficile à rompe. Sa pesanteur spécifique est 3,287. Elle exhale, lorsqu'on l'humecte, une odeur amère. Au chalumeau elle se fond en un verre noir.

---

* Kirwan, I, 213. Haüy, III, 58. Brochant, I, 415. Jameson, II, 1.

Sous-Espèce 2. — *Hornblende schisteuse.*

Cette sous-espèce se trouve en couches dans le schiste argileux, et elle est très-commune ; sa couleur tient le milieu entre le noir verdâtre et le noir de corbeau. On la rencontre en masse ; à l'intérieur elle est éclatante d'un éclat nacré ; sa cassure en grandes masses est schisteuse. Dans les petits morceaux elle est rayonnée à rayons divergens, en faisceaux ou entrelacés ; les fragmens sont quelquefois en plaques ; sa raclure est d'un gris verdâtre ; elle est demi-dure, n'étant pas aisément frangible.

Sous-Espèce 3. — *Hornblende basaltique.*

On trouve cette hornblende engagée dans le basalte et dans la wacke ; sa couleur est le noir de velours ; elle est toujours en cristaux isolés. La forme de ses cristaux est la même que celle décrite comme caractère général de l'espèce ; car c'est à cette troisième sous-espèce que se rapporte particulièrement l'amphibole de Haüy. La surface de la hornblende baslatique est lisse ; sa cassure principale est très-éclatante ; la cassure en travers est peu éclatante, c'est l'éclat du verre. La cassure principale est parfaitement lamelleuse à lames droites avec clivage double à intersection oblique ; la cassure en travers est inégale à grains fins. Cette substance est opaque, demi-dure, assez aigre. Sa pesanteur spécifique est de 3,250 [1]. Elle se fond au chalumeau en un verre noir, mais elle est plus réfractaire que la hornblende commune.

Les parties constituantes de ce minéral sont :

Silice...........	37	42	42	47
Alumine.........	27	7,69	12	26
Chaux...........	5	9,80	11	8
Magnésie........	3	10,90	2,25	2
Potasse..........	——	——	Trace	——
Oxide de fer.....	25	22,69	30,00	15
Oxide de manganèse........	—	1,15	0,25	——
Eau.............	—	——	0,75	0,5
Perte............	3	5,77	1,75	1,5
	100 [2]	100,00 [3]	100,00 [4]	100,0 [5]

[1] Haüy. [2] Hermann, Beob. der Ber. V, 317. Hornblende commune.
[3] Laugier. Ann. du Mus. d'Hist. nat. V, 79. Hornblende commune.
[4] Klaproth, Beitrage. V, 150. Hornblende commune.
[5] *Ibid.* Hornblende basaltique.

ESPÈCE 2. — *Actinolite**.

Strahlstein de Werner.

Ce minéral se trouve principalement en lits dans des montagnes primitives. Werner partage cette espèce en quatre sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Actinolite asbestiforme.*

Les couleurs de cette sous-espèce sont le gris verdâtre, le vert de montagne, le bleu de smalt, le vert d'olive, le brun jaunâtre et le brun de foie. On la rencontre en masse et en cristaux capillaires, qui sont quelquefois un peu flexibles et élastiques; à l'intérieur elle est éclatante; c'est un éclat nacré; sa cassure tient le milieu entre la cassure fibreuse et la cassure rayonnée à rayons en faisceaux. Les fragmens sont cunéiformes. Cette substance se présente souvent en concrétions distinctes cunéiformes; elle est opaque, tendre, se laissant couper au couteau, se rompant difficilement; sa pesanteur spécifique varie de 2,584 à 2,916. Elle se fond au chalumeau en une scorie de couleur grise ou noire.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Actinolite commune.*

Sa couleur la plus ordinaire est le vert poireau; quelquefois c'est le vert pistache, le vert d'olive et le vert noirâtre. On la trouve en masse et cristallisée en prismes hexaèdres très-obliquangles. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Haüy, un prisme à bases rhombes, et il présume que cette forme est la même que la forme primitive de la hornblende. Les cristaux sont souvent striés en longueur; ils sont grands et le plus communément aciculaires; à l'extérieur cette actinolite est très-éclatante; à l'intérieur elle est éclatante; cet éclat tient le milieu entre l'éclat gras et l'éclat du verre. Sa cassure est ordinairement rayonnée à rayons plus ou moins parallèles ou divergens en faisceaux. Quelquefois la cassure est lamelleuse avec un clivage double indistinct. Les fragmens sont quelquefois cunéiformes et esquilleux. Cette sous-espèce d'actinolite se présente en concrétions distinctes cunéiformes et grenues. Les variétés en masse sont translucides. Les cristaux sont transparens. Ce minéral est demi-dur aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3 à 3,310.

---

* Brochant. I, 504. Haüy. III, 73. Jameson. II, 12.

Sous-Espèce 3. — *Actinolite vitreuse.*

Sa couleur principale est le vert de montagne passant au gris verdâtre et au vert d'émeraude. On trouve cette actinolite en masse ou cristallisée en prismes à six faces, minces : à l'intérieur, elle est peu éclatante, c'est l'éclat du verre ; la cassure est fibreuse à fibres entrelacées, et quelquefois elle est rayonnée en rayons scapiformes divergens. Les fragmens sont esquilleux et cunéiformes ; elle se présente en concrétions distinctes prismatiques qui en renferment de plus petites. Elle est translucide, aigre et aisément frangible ; elle a des déchirures en travers. Elle est demi-dure ; sa pesanteur spécifique est de 2,95 à 3,903.

Sous-Espèce 4. — *Actinolite grenue.*

Sa couleur est le vert pré. On la trouve en masse. A l'intérieur elle est éclatante; c'est l'éclat vitreux, sa cassure est imparfaitement lamelleuse à clivage double. Ce minéral se présente en concrétions distinctes grenues. Il est faiblement translucide, demi-dur, facile à casser et aisément frangible.

Les parties constituantes de ces sous-espèces, autant qu'elles ont été analysées, sont, savoir :

Silice..........	33,400	47	64	50,00
Alumine.......	28,200	——	2,7	0,75
Chaux.........	1,046	11,30	9,3	9,75
Magnésie.......	0,600	7,30	20,	19,25
Oxide de fer....	17,150	20	4	11,00
Oxide de manganèse.......	7,200	10	——	0,50
Acide tungstique.	3,840	——	——	——
Oxide de chrome.	——	——	——	3
Cuivre.........	1	——	——	——
Soude.........	3,800	——	——	——
Potasse.........	——	——	——	0,50
Humidité.......	1,700	——	——	5
Perte..........	2,064	4,40	——	0,25
	100,000[1]	100,00[2]	100,0[3]	100,00[4]

[1] Mon analyse, Annals of Philosophy. IV, 209. Actinolite asbestiforme du Cornouaille.
[2] Vauquelin, Haüy. IV, 335. La variété d'actinolite asbestiforme appelée *byssolite.* [3] Bergman. Opusc IV, 172.
[4] Laugier, Ann. du Mus. d'Hist. nat. V, 79. Actinolite vitreuse.

Espèce 3. — *Trémolite* *.

Grammatite de Haüy.

Cette pierre se rencontre principalement dans les montagues primitives ; elle y est ordinairement au milieu d'une pierre calcaire grenue ; elle tire son nom de celui de Trémola en Suisse, où elle fut observée pour la première fois. Cette espèce se divise en trois sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Trémolite asbestiforme.*

Ses couleurs sont le blanc jaunâtre et aussi le blanc grisâtre, le blanc rougeâtre et le blanc verdâtre. On trouve cette trémolite en masse et en cristaux capillaires. A l'intérieur elle est peu éclatante, c'est un éclat nacré ; sa cassure est fibreuse à fibres fines, ou droites ou divergentes en faisceaux. Les fragmens sont esquilleux et cunéiformes. Cette pierre se présente en concrétions prismatiques cunéiformes. Elle est translucide sur les bords, très-tendre, et très-aisément frangible, se laissant couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est 2,683.

Sous-Espèce 2. — *Trémolite commune.*

Ses couleurs sont le blanc grisâtre, le blanc verdâtre, le blanc jaunâtre et le blanc rougeâtre ; le vert d'asperge pâle ; le gris de fumée foncé. On la rencontre tantôt en masse, et tantôt cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Haüy, un prisme oblique à bases rhombes dont les pans sont inclinés entre eux de 126°, 52′, 12″ d'une part, et de 53°, 7′, 48″ de l'autre. La forme la plus ordinaire des cristaux de cette sous-espèce est celle d'un prisme tétraèdre à sommets dièdres. Assez souvent les deux bords aigus du prisme ou tous les quatre sont tronqués. Les cristaux sont de moyenne grandeur et petits. A l'intérieur elle est éclatante, c'est l'éclat nacré. La cassure de cette trémolite est tantôt rayonnée à rayons larges et tantôt lamelleuse. Les surfaces de l'une et de l'autre de ces cassures sont striées. La cassure lamelleuse paraît avoir un clivage double s'entrecoupant longitudinalement ; la cassure en travers est inégale. Les fragmens sont ordinairement indéterminés, quelquefois un peu cubiques : la variété de cette

---

* Brochant, I, 514 Haüy, III, 227. Jameson, II, 21.

sous-espèce de trémolite qui est en masse, se présente en concrétions distinctes grenues ; elle est translucide, les cristaux sont demi-transparens ; elle est demi-dure, et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est 2,9257.

Sous-Espèce 3. — *Trémolite vitreuse.*

Ses couleurs sont le blanc jaunâtre, le blanc rougeâtre, le blanc grisâtre et le blanc verdâtre. On la trouve en masse et cristallisée. A l'intérieur, elle est éclatante; passant au peu éclatant, l'éclat est nacré. La cassure est rayonnée à rayons très-étroits. Elle a des déchirures en travers, parallèles, obliques, comme la shorlite. Les fragmens sont ordinairement esquilleux. Cette trémolite est composée de concrétions distinctes prismatiques minces, qui se réunissent en concrétions épaisses. Elle est translucide, très-aisément frangible, aigre. Sa pesanteur spécifique est 2,863. Traitée au chalumeau, elle se fond en une scorie blanche bulleuse.

Les parties constituantes de ces sous-espèces sont :

Silice	59,244	65	35,5	28,4	41,	50
Magnésie	22,133	10,33	16,5	18	15,25	25
Chaux	15,200	18,00	26,5	30,6	15,00	18
Oxide de fer	1,311	0,16	——	——	——	—
Oxide de manganèse	1,000	——	——	——	——	—
Alumine	0,888	——	——	——	——	—
Acide carbonique et eau	0,020	6,50	23	23	23	5
Perte	0,204	0,01	——	——	5,75	2
	100,000 [1]	100,00 [2]	101,5 [3]	100,0 [4]	100,00 [5]	100 [6]

Espèce 4. — *Cyanite* [7].

Sappare de Saussure ; *Disthène* de Haüy.

Cette pierre fut décrite pour la première fois par Saussure le fils, qui lui donna le nom *sappare* [8]. On la trouve communément dans le talc et dans le schiste micacé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme oblique quadrangulaire,

---

[1] Hisinger, Afhandlingar. IV, 378. Trémolite commune.

[2] Klaproth, Crell's Anuals. 1790, I, 54. Trémolite vitreuse.

[3] Laugier, Gehlen's Journ. Second series. II, 46. Trémolite vitreuse du Saint-Gothard.

[4] *Ibid.* [5] *Ibid.* [6] *Ibid.*

[7] Kirwan. I, 209. Sage, Journ. de Phys. XXXV, 39. Haüy. III, 220. Brochant. I, 501. Jameson. II, 31.

[8] Journ. de Phys. XXXIV, 213.

dont les pans sont inclinés entre eux de 103°. La base forme avec l'un des pans du prisme le même angle de 103° et un angle de 77° avec le pan opposé. La cyanite se présente quelquefois cristallisée en prismes hexaèdres [1].

Sa couleur principale est le bleu, dont les variétés sont le bleu de ciel, le bleu de Prusse, le bleu de smalt. Cette couleur passe souvent aussi au blanc de lait, au gris bleuâtre et au gris de perle. Il y en a quelques échantillons qui sont entièrement bleus, et d'autres qui ne sont que tachetés de cette couleur. Cette substance se rencontre en masse et cristallisée. A l'intérieur, elle est éclatante ; c'est l'éclat nacré. Sa cassure est rayonnée à rayons très-larges, divergens et entrelacés. Cette cassure passe quelquefois à la cassure rayonnée à rayons courbes. La cassure des cristaux est lamelleuse, avec un clivage triple. Les fragmens sont schisteux, esquilleux, cunéiformes et quelquefois rhomboïdaux imparfaits. Cette pierre se présente en concrétions distinctes cunéiformes. Elle est translucide et transparente à réfraction simple. Elle est légèrement flexible, demi-dure. Elle est un peu grasse au toucher. Sa pesanteur spécifique est de 3,517 à 3,680. Elle est infusible au chalumeau.

Ses parties constituantes sont

Silice........	30	38,80	43
Alumine......	55	55,50	55,5
Magnésie......	2	——	——
Chaux........	2	0,50	——
Potasse........	—	——	Trace
Oxide de fer...	6	2,75	0,5
Eau..........	—	0,75	——
Perte.........	5	1,70	1,0
	100 [2]	100,00 [3]	100,0 [4]

ESPÈCE 5. — *Rhœtizite* [5].

Ce minéral, qui se trouve à Pfizsch dans le Tirol, a été établi dernièrement comme espèce particulière par Werner.

---

[1] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 282.
[2] Saussure jeune, Journ. de Phys. 1793. II, 13.
[3] Laugier, Gehlen's Journ. IV, 585.
[4] Klaproth, Beitrage. V, 10.
[5] Jameson. II, 424.

Il semble avoir été considéré autrefois comme une variété de cyanite.

Ses couleurs sont le jaune de crême et le rouge de brique. On le rencontre en masse; il est peu éclatant, d'un éclat nacré. La cassure est rayonnée en rayons longs et étroits, parallèles, scapiformes ou entremêlés. Cette pierre est faiblement translucide sur les bords. Elle est tendre, sa raclure est blanche. Elle est difficilement frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,100.

Espèce 6. — *Diallage**.

Sous cette dénomination je comprends le *schillerspath*, le *diallage* et le *bronzite* du professeur Jameson, parce que, suivant Haüy, la forme primitive de ces trois minéraux est la même.

Je les décrirai ici comme étant trois sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Shillerstone.*

Sa couleur est de différentes nuances de vert. On en trouve aussi de brun, de jaune et de blanc.

Ce minéral se présente en plaques, quelquefois indéterminées, quelquefois rondes ou hexangulaires. La cassure principale est très-éclatante et métallique. La cassure en travers est esquilleuse, passant quelquefois à la cassure fibreuse. Cette sous-espèce est opaque, mais translucide lorsqu'elle est en plaques minces. La raclure est d'un gris verdâtre et mate. Elle est facile à couper au couteau. Elle est rayée par la hornblende commune; elle est légèrement flexible, maigre au toucher.

Sous-Espèce 2. — *Diallage*, ou *Smaragdite.*

Les couleurs de ce minéral sont le vert pré, le vert pomme, et le brun de cheveu. On le trouve en masse et disséminé. Il est éclatant, et d'un éclat demi-métallique. La cassure est lamelleuse avec un double clivage à-peu-près rectangulaire. Les fragmens sont indéterminés, anguleux. Cette sous-espèce est translucide sur les bords, demi-dure, aigre, difficilement frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,140.

---

* Jameson. II, 36.

Sous-Espèce 3. — *Bronzite.*

Sa couleur tient le milieu entre le brun jaunâtre et le brun pinsbeck. On trouve ce minéral en masse et disséminé. Il est éclatant, c'est un éclat demi-métallique. La cassure est lamelleuse, la cassure à la surface est rayée. Les fragmens sont à bords obtus. Il se présente en concrétions distinctes. Cette sous-espèce est opaque en masse, transparente dans les lames minces. Sa raclure est blanche. Elle est demi-dure, aigre, et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est 3,200. Les parties constituantes de ces trois sous-espèces sont :

	SCHILLERSTONE.	DIALLAGE.	BRONZITE.
Silice	52	50	60
Alumine........	23,33	11	—
Chaux..........	7,00	13	—
Magnésie	6,00	6	27,5
Oxide de fer.....	17,50	5,5	10,5
Oxide de chrome.	—	7,5	—
Oxide de cuivre..	—	1,5	—
Eau.	—	—	0,5
Perte..........	—	5,5	1,5
	105,83[1]	110,0[2]	100,0[3]

Espèce 7. — *Hyperstène*[4].

Ce minéral n'a encore été remarqué, jusqu'à présent, que sur la côte du Labrador, d'où il fut apporté par les missionnaires, ce qui le fit distinguer, pendant long-temps, par le nom de *hornblende du Labrador.* Haüy en forma une espèce particulière sous la désignation de *hyperstène ;* et je

[1] Heyer, Minéralogie de Brochant. I, 412.
[2] Vauquelin, Ann. de Chim. XXX, 106.
[3] Klaproth, Beitrage. V, 34.
[4] Jameson. II, 44.

soupçonne que Werner lui a donné dernièrement une place distincte dans son systême, sous le nom de *paulite*. Ses couleurs sont le noir grisâtre, le noir verdâtre et le noir brunâtre. Il reflète intérieurement une couleur qui tient le milieu entre celles du rouge de cuivre, du brun de pinsbeck et du gris de fer. On n'a jusqu'à présent rencontré ce minéral qu'en morceaux arrondis. A l'intérieur il est éclatant, d'un éclat demi-métallique. La cassure est lamelleuse avec un clivage double, dans lequel les lames se rencontrent sous des angles de 80 et 100 degrés. Les fragmens sont rhomboïdaux. Le minéral se présente en concrétions distinctes grenues. Il est opaque, sa raclure est d'un blanc verdâtre. Il raie la hornblende commune. Sa pesanteur spécifique est de 3,390. Il est infusible au chalumeau. Ses parties constituantes sont :

Silice............	54,25
Magnésie.........	14,00
Alumine..........	2,25
Chaux............	1,50
Oxide de fer......	24,50
Oxide de manganèse.	Trace.
Eau..............	1,00
Perte............	2,50
	100,00 [1]

XIX. FAMILLE CHRYSOLITE.

Cette famille contient trois espèces, savoir : l'*augite*, la *chrysolite* et l'*olivine*. Famille Chrysolite.

ESPÈCE. 1re. — *Augite*.

Je comprends sous cette espèce la *sahlite*, l'*augite* et la *diopside* des minéralogistes, parce que, suivant Haüy, ces minéraux ont tous la même forme primitive. Mais ils méritent d'être décrits chacun séparement comme autant de sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Augite* [2].

Pyroxène de Haüy. — *Volcanite* de Delamétherie. — *Basaltine octaèdre* de Kirwan.

Ce minéral se trouve dans le basalte; il est quelquefois en

---

[1] Klaproth, Gehlen's Journ. Second series. V, 212.

[2] Kirwan. I, 219. Brochant. I, 179. Haüy. III, 80. Jameson.

grains, et le plus ordinairement en cristaux. La forme primitive de ces cristaux est une prime oblique à bases rhombes, dont les angles sont inclinés entre eux de 92°18′ et 87°42′ [1]. Il est généralement cristallisé en prismes à 6 ou 8 pans, terminés par des sommets dièdres [2]. Les cristaux sont, le plus souvent, petits; mais ils sont complets.

La couleur est le vert noirâtre, passant quelquefois au vert poireau, et rarement au brun de foie. A l'intérieur ce minéral est éclatant, c'est l'éclat résineux. La cassure est inégale, passant à la cassure imparfaitement conchoïde. Les cristaux passent à une cassure parfaitement lamelleuse, avec clivage double. Les fragmens sont à bords aigus. L'augite est translucide, elle raie le verre. Elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,2265 [3] à 3,4771 [4]. Au chalumeau elle est convertie avec difficulté, en un émail noir.

Sous-Espèce 2. — *Sahlite* [5].

Malacolite d'Abilgaard et de Haüy.

Ce minéral fut trouvé pour la première fois dans la mine d'argent de Sahla en Vestermanie, et c'est de là qu'il reçut le nom de sahlite. On l'a rencontré depuis en Norwège.

Sa couleur est le gris verdâtre. Il est en masse. A l'intérieur il est éclatant. La cassure principale est lamelleuse. Elle a un triple clivage. Les fragmens sont fréquemment rhomboïdaux. Ce minéral se présente en concrétions distinctes à très-gros grains. Il est translucide sur les bords, demi-dur, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,2368 à 3,2307 [6]. Il se fond au chalumeau en un verre transparent.

II, 49. Le minéral appelé *coccolite* par Dandrada est une variété grenue de l'augite.

[1] Haüy, Journ. des Mines. XXVIII, 269

[2] De Lisle. II, 398.

[3] Haüy.

[4] Werner.

[5] Haüy. IV, 379. Brochant. II, 518. Jameson. II, 46. Bournon, Journ. des Mines. N.° LXXIV, p. 108.

[6] Haüy et Dandrada.

Sous-Espèce 3. — *Diopsite**.

Mussite et *Alalite* de Bonvoisin.

Ce minéral se rencontre dans les Alpes Piémontaises; et Bonvoisin, qui le découvrit, en donna la description dans le journal de physique, pour le mois de mai 1806. Des échantillons en furent envoyés à Paris, où ils furent examinés par Haüy, qui, d'après ses caractères particuliers, l'établit comme espèce nouvelle, sous le nom de *diopside*, à raison de l'aspect de ses cristaux primitifs. Il trouva depuis que ces cristaux se rapportent à ceux de l'augite.

Ce minéral est quelquefois amorphe, mais le plus ordinairement, il est cristallisé. Les variétés principales des cristaux sont, 1°. la forme primitive, 2°. un cristal didodécaèdre consistant en un prisme à douze pans, terminé à chaque extrémité par six faces, situées deux à deux, l'une au-dessus de l'autre. Quelquefois il est compacte, et d'autres fois en prismes cylindroïques. Les cristaux de la variété appelée *mussite*, sont petits, alongés, et ordinairement opaques. Ceux de la variété nommée *alalite* sont plus grands, translucides et d'un blanc verdâtre. La couleur de la diopsite est le vert, le gris verdâtre, le blanc verdâtre et le blanc jaunâtre. Elle est éclatante d'un éclat vitreux. La cassure est lamelleuse. Elle est translucide. Elle raie à peine le verre, mais elle raie le fluate de chaux. Sa pesanteur spécifique est de 3,2374. Au chalumeau, elle se fond en un verre de la même couleur verte que le minéral lui-même.

Les parties constituantes de ces minéraux sont comme il suit, savoir :

---

* Haüy et Tonnelier, Nicholson's Journ. XXII, 14.

	AUGITE.				COCCOLITE.	SAHLITE.		DIOPSITE.
Silice	48 [1]	55,00 [1]	52 [2]	52 [3]	50 [4]	53 [5]	54,18 [6]	57 [7]
Chaux	24	12,50	14	13,20	24	20	22,72	16,50
Magnésie	8,75	13,75	12,75	10,0	10,0	19	17,81	18,25
Alumine	5,00	5,50	5,75	3,33	1,5	3	—	—
Oxide de fer	12	11,00	12,25	14,66	7,0	—	2,18	6
Oxide de manganèse	1	Trace.	0,25	2,00	3,0	4	1,45	
Potasse	Trace.	—	Trace.	—	—	—	—	—
Eau	—	1	0,25	—	—	—	1,20	—
Perte	1,25	1,25	2,75	4,81	4,5	1	0,46	2,25
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0	100	100,00	100,00

[1] Klaproth, Gehlen's Journ. Second series. V, 199. Augite noire de Frascati.

[2] Klaproth, Beitrage V, 165. Le premier échantillon était noir, et la pesanteur spécifique 3,333, le second était vert, et la pesanteur spécifique 3,280.

[3] Vauquelin, Journ. de Min., n.° LXXXIX, p. 172.

[4] Vauquelin. Haüy, IV, 357.

[5] *Ibid.* p. 382.

[6] Hisinger, Afhandlingar, III, 300.

[7] Laugier, Ann. du Musée d'Hist. nat., II, 157.

Espèce 2. — *Chrysolite* [1].

Peridot des Français. — *Topaze* des Anciens.

Le nom de *Chrysolite* avait été appliqué sans distinction à une grande variété de pierres, lorsque Werner donna une définition exacte de cette dénomination, et la restreignit à la pierre, que les chimistes Français appellent *peridot*. Ce minéral se trouve principalement dans la Haute-Égypte, c'est la *topaze* des anciens. Leur chrysolite est connue aujourd'hui sous le nom de *topaze* [2].

La chrysolite se rencontre en fragmens anguleux, en grains, et cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est un parallélipipède rectangle, dont la longueur, la largeur et l'épaisseur sont comme 5, $\sqrt{8}$ $\sqrt{5}$ [3]. Les bords du prisme sont ordinairement tronqués. Les faces latérales sont rayées longitudinalement.

La couleur est le vert pistache, approchant quelquefois du vert olive, du vert pré, ou même du brun de brocoli. A l'extérieur la chrysolite cristallisée est très-éclatante, à l'intérieur elle l'est de même, c'est l'éclat vitreux. La cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est diaphane. Elle produit une réfraction double. Elle est dure, rayant le feld-spath. Elle est aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,410 à 3,440. Elle ne se fond point à une chaleur de 150° de Wedgewood, mais elle perd sa transparence et devient d'un gris noirâtre [4]; avec le borax, elle se fond sans effervescence en un verre transparent, d'un vert léger. Elle est infusible avec le sel microcosmique [5] et avec l'alcali fixe [6].

Espèce 3. *Olivine* [7].

Cette espèce a été réunie par Haüy à celle qui précède, parce que la forme primitive de ses cristaux est la même.

---

[1] Kirwan. I, 262. Cartheuser. Min. 94. Dolomieu, Journ. des Min. N.° XXIX, 365. La Métherie, Nouv. Journ. de Phys. I, 397. Brochant. I, 170. Haüy. III, 198. Jameson. II, 66.

[2] Plinii Lib. XXXVII, c. 8.

[3] Haüy, Journ. des Min. N.° XXVIII, 281.

[4] Kirwan's Min. I, 263.

[5] Vauquelin, Ann. de Chim. XXI, 97.

[6] Kirwan. I, 263.

[7] Kirwan. I, 263. Lelièvre, Journ. de Phys. XXX, 397. Brochant. I, 175. Jameson. II, 71. Haüy. III, 205.

On la trouve principalement dans le basalte. Elle y est très-commune, ordinairement en morceaux arrondis, ou en grains, quoiqu'elle s'y présente quelquefois cristallisée en prismes rectangulaires à quatre pans.

La couleur de l'olivine tient le milieu entre le vert d'asperge et le vert olive. A l'intérieur elle est éclatante; c'est l'éclat résineux. La cassure est imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords aigus. Elle est souvent en concrétions distinctes grenues, à petits grains. Elle est demi-transparente, très-aisément frangible Elle est dure. Sa pesanteur spécifique est de 3,225 [1] à 3,265 [2]. L'acide nitrique dissout le fer qu'elle contient [3] et lui fait perdre sa couleur. Cette pierre est infusible au chalumeau. Elle se fond avec le borax en un globule vert foncé.

Les parties constituantes de ces deux espèces sont:

	Chrysolite.		Olivine.	
Silice.......	39,0 [4]	38,0 [5]	50,0 [6]	52,00 [7]
Magnésie....	43,5	50,5	38,50	37,75
Chaux.......	—	—	0,25	0,12
Oxide de fer..	19,0	9,5	12,00	10,75
Perte........	—	2	—	—
	101,5	100,0	100,75	100,62

XX. FAMILLE BASALTE.

Famille basalte.

Cette famille contient quatre espèces, savoir : le *basalte*, la *wacke*, le *clink-stone*, ou pierre sonnante, et le *fer argileux*.

Espèce 1re. — *Basalte* [8].

Ce minéral appartient aux roches stratiformes; mais on le trouve abondamment dans presque tous les pays, et dans aucun il n'est plus commun qu'en Écosse. Ses couleurs sont le blanc grisâtre, le gris de cendre, inclinant au brun, quelquefois presque au noir corbeau. Il se rencontre en masse.

---

[1] Werner.
[2] Klaproth.
[3] Kirwan. I, 264
[4] Klaproth, Beitrage. I, p. 110.
[5] Vauquelin, Ann. de Chim. XXI, 97.
[6] De Unkel. Klaproth, *ibid.* p. 118.
[7] De Karlesberg. Klaproth, *ibid.* p. 128.
[8] Kirwan. I, 231 Brochant I, 430. Jameson. II, 79.

A l'intérieur il est ordinairement mat; le brillant qu'il a quelquefois, provient de particules étrangères. Sa cassure est habituellement inégale, à gros grains; quelquefois elle est imparfaitement conchoïde, et esquilleuse. Les fragmens sont à bords peu aigus. Ce minéral se présente le plus ordinairement en concrétions distinctes en colonnes de différentes dimensions, quelquefois en concrétions distinctes globuleuses, d'autres fois ces concrétions sont en tables. Il est habituellement opaque, quelquefois translucide sur les bords. Il donne une raclure d'un gris cendré clair. Il est demi-dur, aigre, difficile à rompre. Sa pesanteur spécifique est de 2,864 à 3,00. Au chalumeau, il se fond en un verre noir opaque.

Espèce 2. — *Wacke* [1].

Cette espèce appartient, comme celle précédente, aux roches de formations stratiformes. La wacke s'y trouve en couches et en filons. Elle constitue la base de roches amygdaloïdes; sa couleur est le gris verdâtre de différens degrés d'intensité. Elle se rencontre en masse et bulleuse. Elle est mate; sa cassure est unie, quelquefois imparfaitement conchoïde et d'autres fois inégale et terreuse; les fragmens sont à bords obtus. Cette pierre ne se présente jamais en concrétions distinctes. Elle est opaque; par la raclure elle devient éclatante; elle se laisse couper au couteau, et elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,535 à 2,893. Elle se fond au chalumeau comme le basalte.

Espèce 3. — *Clink-stone, pierre sonnante* [2].

Ce minéral, très-commun en Allemagne, en Écosse, etc., appartient, comme celui de l'espèce précédente, aux roches de formations stratiformes.

Sa couleur est le gris verdâtre foncé, passant quelquefois au gris jaunâtre et au gris de cendre. On le trouve en masse; dans sa cassure en travers, cette pierre est mate, et brillante dans sa cassure principale; la cassure en travers est esquilleuse, passant tantôt à la cassure conchoïde et tantôt à la cassure unie. La cassure principale est schisteuse; les fragmens sont le plus souvent à bords aigus;

---

[1] Kirwan. I, 223. Brochant. I, 434. Jameson. II, 84.
[2] Brochant. I, 437. Klaproth. III, 229. Jameson. II, 86.

quelquefois ils sont en plaques. Ce minéral est composé de concrétions distinctes prismatiques irrégulières et en forme de tables; il est translucide sur les bords, demi-dur, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,575[1]. Cette pierre rend sous le marteau un son analogue à celui que donnerait une pièce de métal frappée de la même manière. Elle se fond aisément et donne un verre à-peu-près incolore.

Espèce 4. — *Argile ferrugineuse*[2].

Cette substance, que Werner a nommée ainsi à raison de la grande proportion de peroxide de fer qu'elle contient, et qui paraît avoir encore été dernièrement confondue avec la wacke, appartient également aux roches de formations statiformes.

Sa couleur est le rouge brunâtre, approchant quelquefois du brun rougeâtre et du rouge de sang. Cette pierre est presque toujours bulleuse; elle est mate à l'intérieur; sa cassure est terreuse, fine, inclinant quelquefois à la cassure conchoïde; elle est tendre, aisément frangible, et médiocrement pesante.

On trouvera, dans la table qui suit, l'indication des parties constituantes des espèces qui précèdent, autant que l'analyse a pu les donner.

---

[1] Klaproth.
[2] Jameson. II, 89.

	BASALTE.		PIERRE SONNANTE.
Silice.	48[1]	44,50[2]	57,25[3]
Alumine	16	16,75	23,50
Chaux	9	9,50	2,75
Magnésie.	—	2,25	—
Soude.	4	2,60	8,10
Oxide de fer.	16	20,00	3,25
Oxide de manganèse. .	—	0,12	0,25
Acide hydrochlorique.	1	—	—
Eau.	5	2,00	3,00
Perte.	1	2,28	1,90
	100	100,00	100,00

Ordre II. *Pierres salines.*

On comprend dans cet ordre tous les minéraux qui ont une base terreuse combinée avec un acide; et par conséquent il se compose des sels, tels qu'ils ont été décrits dans la première partie de cet ouvrage. Mais comme ces sels se rencontrent natifs dans des états auxquels on ne peut pas toujours les amener par l'art, il sera nécessaire de les considérer ici sous le point de vue de leur existence dans le sein de la terre. Il n'a encore été trouvé jusqu'ici que cinq terres à l'état de combinaison native avec un acide; ce sont *la chaux*, *la barite*, *la strontiane*, *la magnésie* et *l'alumine*. Il en résulte que les substances salines se divisent naturellement en cinq genres. On pourrait classer, d'après leurs caractères extérieurs, les espèces appartenant à chacun des genres; mais comme leurs parties constituantes fournissent des traits caractéristiques bien marqués et bien impor- Pierres salines.

[1] Kennedy, Edim. Trans. V, 89.
[2] Klaproth, Beitrage. III, 253. Il trouva aussi des traces d'acide hydrochlorique.
[3] Klaproth. III, 229.

tans, il nous semble que notre objet sera plus convenablement rempli en rangeant chaque minéral selon sa composition, et c'est de cette manière que les différentes pierres salines se trouvent établies dans la table qui suit *:

GENRE I. — *Sels calcaires.*

I. Famille des carbonates.

a. Carbonates à-peu-près purs.

Spath schisteux.	Pierre calcaire.
Aphrite.	Pierre calcaire vésuvienne bleue.
Agaric minéral.	Lucullite.
Craie.	Arragonite.

b. Combinés avec un corps étranger.

Dolomite. }	Spath brunissant.
Miemite. }	Marne.
Gurhofite. }	Schiste marno-bitumineux.

II. Famille des phosphates.

Apatite.	Phosphorite.

III. Famille des fluates.

Fluate de chaux.

IV. Famille des sulfates.

Gypse.	Vulpinite.
Anhydrite.	Glauberite.

V. Famille des borosilicates.

Datholite.	Botryolite.

VI. Famille des silicates.

Spath table.

VII. Famille des arseniates.

Pharmacolite.

VIII. Famille des tungstates.

Tungstène.

GENRE II. — *Sels baritiques.*

Carbonate.	Sulfate.

GENRE III. — *Sels de strontiane.*

Carbonate.	Sulfate.

---

* Jameson's Mineralogy. II, 591.

Genre IV. — *Sels magnésiens.*

Sulfate.	Carbonate anhydre.
Carbonate.	Borate.

Genre V. — *Sels alumineux.*

Alun.	Mellate.
Sous-sulfate.	Cryolite.

Les minéraux qui appartiennent à ce second ordre se distinguent, sans beaucoup de difficulté, de ceux dont le premier ordre se compose. Ils sont presque tous insolubles dans l'eau, mais ils se dissolvent dans les acides nitrique ou sulfurique, lorsqu'on les chauffe avec ces acides. La plupart de ces minéraux se fondent au chalumeau. Leur pesanteur spécifique varie ; mais elle excède souvent 3,5 lorsque le minéral est trop tendre pour rayer le verre. Aucun de ces minéraux n'a l'éclat métallique.

Genre I. — *Sels calcaires.*

On a mis en question l'existence à l'état natif de la chaux pure non combinée ; mais l'opinion où l'on est qu'elle se rencontre ainsi, est fondée sur des témoignages assez respectables pour qu'il ne reste aucun doute à cet égard. Monnet affirme qu'elle se trouve en abondance dans les montagnes de la Haute-Auvergne, mêlée cependant avec un peu d'oxide de fer[1]. Le docteur Falconer, de Bath, trouva, dans les environs de cette ville, un minéral tendre, de couleur blanchâtre, consistant en partie dans de la chaux pure capable de dissoudre le soufre[2], et dont on peut faire de l'eau de chaux. J'ai su, par M. Thomas Falconer, son fils, qu'une personne qui s'occupait dernièrement de la recherche de minéraux dans les environs de Bath, y a rencontré la chaux pure, quoiqu'en quantité peu considérable. Mais comme dans tous les échantillons trouvés, la chaux pure est en état de mélange avec d'autres corps, il ne peut guère convenir de la considérer comme un minéral distinct.

Ce genre premier comprend toutes les combinaisons de la chaux avec un acide qui se rencontre parmi les substances minérales.

---

[1] Monnet's Mineralogy, p. 515.
[2] On Bath Waters, p. 156.

I. FAMILLE DES CARBONATES.

Famille des carbonates.

Aucun autre minéral ne peut être comparé au carbonate de chaux sous le rapport de l'abondance avec laquelle il se trouve répandu dans la nature. Il est un grand nombre de montagnes qui en sont entièrement composées, et il serait difficile de citer un coin de terre sur la surface du globe, où, sous les noms de pierre à chaux, de craie, de marbre, de spath, le carbonate de chaux ne constitue pas, en plus ou moins grande partie, la richesse minérale.

Ce sel est souvent pur ou à-peu-près tel; mais fréquemment aussi il est ou chimiquement combiné, ou au-moins intimement mêlé avec une proportion considérable de quelqu'autre substance qui change son apparence et ses propriétés. Les huit premières espèces de cette famille énumérées dans la table précédente, sont des carbonates à-peu-près purs; mais les six dernières sont des composés, ou des mélanges intimes de carbonate de chaux avec quelqu'autre corps.

ESPÈCE 1.re — *Spath schisteux ou schieferspath*[1].

Argentine de Kirwan.

Ce minéral a été trouvé en couches dans des montagnes primitives dans la Norwège, dans la Saxe et dans le Cornouaille.

Sa couleur est le blanc, variant dans les différentes nuances du blanc de lait, des blancs verdâtre et rougeâtre. On trouve cette substance en masse. A l'intérieur, elle est éclatante. Son éclat est nacré; sa cassure est lamelleuse à lames courbes. Les fragmens sont schisteux. Elle est translucide, aigre; elle se laisse attaquer par l'ongle. Sa pesanteur spécifique est 2,740. Elle est aisément frangible.

ESPÈCE 2. — *Aphrite*, *schaumearth*[2].

Craie argentée de Kirwan.

On a trouvé cette pierre dans des cavités de montagnes calcaires stratiformes, près de Gera, en Misnie, en Thuringe, et dans le nord de l'Irlande. Sa couleur est un blanc jaunâtre

---

[1] Kirwan. I, 105. Brochant. I, 558. Jameson. II, 116.

[2] Kirwan. I, 78. Brochant. I, 557. Jameson. II, 118. Le nom aphrite semble avoir été appliqué par Karsten à ce minéral, à raison de son apparence écumeuse, de ἀφρὸς, écume.

léger, approchant du blanc d'argent. On la trouve en masse et disséminée, ou en particules écailleuses à écailles fines. A l'intérieur, elle est éclatante. Son éclat tient le milieu entre le demi-métallique et le nacré. Sa cassure est lamelleuse à lames courbes. Le clivage est simple, passant au clivage écailleux. Les fragmens sont à bords obtus. Cette pierre se présente en concrétions distinctes grenues. Elle est opaque, un peu tachante, très-tendre, se laissant couper au couteau; un peu friable, douce au toucher, légère, et donnant un petit craquement lorsqu'on la manie.

Espece 3. — *Agaric minéral*[1].

Lait de roche; *lait de montagne.*

On trouve ce minéral dans des fentes ou des endroits creux de montagnes calcaires. On suppose qu'il y a été ainsi déposé par les eaux de pluies, filtrant à travers les rochers. Il est très-abondant en Suisse. Sa couleur ordinaire est le blanc jaunâtre, quelquefois le blanc de neige et le blanc grisâtre. Il est composé de particules pulvérulentes sans éclat, qui ont peu de cohérence entre elles. Il est maigre et doux au toucher. Il est fortement tachant. Il ne happe point à la langue. Il est léger et presque surnageant.

Espece 4. — *Craie*[2].

Ce minéral forme des montagnes stratiformes particulières. Il est spécialement abondant dans la partie méridionale de l'Angleterre et dans le nord de la France. Sa couleur est le blanc jaunâtre, et quelquefois le blanc de neige et le blanc grisâtre. La craie est mate, opaque, tendre. Sa pesanteur spécifique est de 2,315 à 2,657; sa cassure est terreuse fine; les fragmens sont à bords obtus. Elle happe légèrement à la langue; elle est maigre et rude au toucher; elle est tachante et écrivante; elle se laisse couper au couteau.

Espece 5. — *Pierre calcaire*[3].

Ce minéral se rencontre en abondance et dans une grande variété de situations; et il diffère dans son apparence selon

---

[1] Kirwan. I, 76. Brochant. I, 519. Jameson. II, 123.
[2] Kirwan. I, 77. Brochant. I, 521. Jameson. II, p. 125.
[3] Kirwan. I, 82. Brochant. I, 523. Haüy. II, 127. Jameson, II, 129.

sa situation. C'est par cette raison que cette espèce a été partagée en cinq sous-espèces, qui se distinguent principalement par leur cassure et par leur position géognostique.

Sous-Espèce 1.re — *Pierre calcaire compacte.*

Cette sous-espèce se rencontre presque exclusivement dans les montagnes stratiformes. On la trouve habituellement en masse, et jamais cristallisée. Sa texture est compacte, et sa cassure est esquilleuse. La pierre calcaire compacte est mate à l'intérieur. On s'en sert très-souvent pour bâtir, et pour en faire de la chaux en la calcinant. Il y a deux variétés de cette sous-espèce; savoir : la *pierre calcaire compacte commune*, et la pierre calcaire compacte oviforme, *roe-stone*. La première de ces variétés est beaucoup plus abondante que la seconde.

1. *Commune*. Ses couleurs sont de différentes nuances de gris; savoir : le gris jaunâtre, le gris bleuâtre, le gris de cendre et le gris de fumée; le noir grisâtre, le brun jaunâtre, le jaune d'ocre; le rouge de sang, le rouge de chair et le le rouge fleur de pêcher. Ces couleurs sont souvent mélangées, et présentent des dessins tachetés et veinés. Sa cassure est esquilleuse, passant quelquefois aux cassures conchoïde, applatie, et inégale. Les fragmens sont à bords plus ou moins aigus. Elle est translucide sur les bords demi-dure, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,6 à 2,7.

2. *Roe-stone*. Ses couleurs sont le brun de cheveu et le brun marron; mais à raison de la proportion de marne qu'elle contient, elle paraît être d'un gris jaunâtre et d'un gris de cendre. Sa cassure, que la petitesse de ses grains rend difficile à déterminer, est esquilleuse. Les fragmens sont à bords très-obtus. Cette pierre se présente en concrétions distinctes, à petits globules, dont chacun est composé de concrétions concentriques lamellaires. Elle est opaque ou translucide sur les bords. Elle est demi-dure, aigre, très-aisément frangible.

Sous-Espèce 2. — *Pierre calcaire lamelleuse.*

Cette sous-espèce se distingue de la précédente par sa cassure lamelleuse. Toutes les cristallisations calcaires lui appartiennent, excepté une ou deux qui sont particulières à l'arragonite. Il y a deux variétés de cette sous-espèce, et on les distingue aisément l'une de l'autre par la forme des frag-

mens. Les fragmens de la première variété sont indéterminés, tandis que ceux de la seconde sont toujours rhomboïdaux. On désigne la première variété par la qualification de *lamelleuse grenue*, à raison de ce qu'elle est composée de concrétions distinctes grenues; et la seconde s'appelle *spath calcaire*, d'après la forme des fragmens.

1. *Lamelleuse grenue.* Cette variété appartient presqu'exclusivement aux montagnes primitives et de transition, où elle existe en abondance. Les marbres dont on se sert pour la sculpture, et beaucoup de ceux qu'on emploie en architecture, en font partie. Elle ne se présente jamais cristallisée.

Ses couleurs sont de différentes nuances de blanc; savoir: le blanc de neige, les blancs jaunâtre, grisâtre, verdâtre et rougeâtre; le gris de fumée, le gris de cendre, le gris de perle, les gris bleuâtre et verdâtre; le noir grisâtre, le rouge de chair; le jaune de crême, le vert serin et le vert d'olive. cette pierre est quelquefois tachetée et nuagée. A l'intérieur, elle passe de l'éclatant au brillant. Son éclat tient le milieu entre l'éclat nacré et celui du verre. Sa cassure est lamelleuse, et souvent, à raison de la finesse des grains, elle paraît esquilleuse. Les fragmens sont à bords obtus. Elle se présente le plus souvent en concrétions distinctes grenues, quelquefois à grains si fins que le minéral passe à l'état compacte. Elle est translucide, demi-dure, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,7 à 2,84.

2. *Spath calcaire.* Ce spath se trouve en filons et dans toute formation, car c'est presque le plus généralement répandu de tous les minéraux. Il se présente en masse et sous différentes formes particulières, mais le plus souvent il est cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un parallélipipède, dont les côtés sont des rhombes avec angles de 74°,55′ et 105°,5′ [1]. La forme de ses molécules intégrantes est la même. Les variétés de ses cristaux, dont Romé de Lisle [2], Haüy [3], et Bournon [4] ont donné la description et les figures, s'élèvent à 616.

---

[1] Malus et Wollaston.

[2] Cristallog. I, 497.

[3] Essai d'une Théorie, etc. p. 75. Journ. de Phys. 1793, août, p. 11; et Minér. II, 130. Journ. d'Hist nat. 1792, février, p. 148. Ann. de Chim XVII, 249, etc. Journ. des Min. N.° XXVIII, 304. Minéral. II, 132.

[4] Traité de Minér. Tom. I, II et III.

Werner a fourni un moyen bien ingénieux de rendre facile la description des nombreux cristaux de spath calcaire, en les rapportant tous à trois formes fondamentales ; savoir : la pyramide à six faces, le prisme à six faces, et le prisme à trois faces; et en formant tous les autres cristaux par des troncatures de ceux-ci*.

Les couleurs du spath calcaire sont le blanc, dont les variétés sont les blancs grisâtre, jaunâtre, verdâtre et rougeâtre; le vert d'olive, le vert d'asperge, le vert pistache et le vert poireau; le gris verdâtre et quelquefois le jaune, le rouge de rose et très-rarement le bleu violet pâle. A l'intérieur, il passe du très-éclatant au peu éclatant; c'est l'éclat du verre. La cassure est parfaitement lamelleuse. Le clivage est triple. Les fragmens sont rhomboïdaux ; il est en masse. Il s'en présente des variétés en concrétions distinctes grenues, en concrétions prismatiques et en concrétions cunéiformes. Celles-ci sont striées obliquement et en longueur. Le spath calcaire en masse présente des variétés transparentes ou translucides; les cristaux sont transparens. Ils sont à réfraction double très-marquée. Ce minéral est demi-dur, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,693 à 2.718. Beaucoup des variétés de ce spath deviennent phosphorescentes sur des charbons ardens.

Sous-Espèce 3. — *Pierre calcaire fibreuse.*

Cette sous-espèce n'est pas aussi universellement répandue que celle qui précède. On la partage en deux sortes, la pierre calcaire fibreuse *commune* et le *calcsinter*, ou pierre calcaire fibreuse *compacte*. La première se rencontre en petites veines, et la seconde consiste principalement dans des stalactites formées par la filtration et l'évaporation de l'eau imprégnée de carbonate de chaux. Elles ne sont ni l'une ni l'autre cristallisées.

1. *Fibreuse commune.* Sa couleur la plus ordinaire est le blanc dans les différentes variétés des blancs grisâtre, rougeâtre et jaunâtre. On trouve cette pierre en masse. A l'intérieur, elle est éclatante ; c'est un éclat nacré. Sa cassure est fibreuse à fibres capillaires droites et parallèles ; les fragmens sont esquilleux. Elle est translucide, demi-dure.

* Jameson's Min. I, 489.

Sous les autres rapports, elle ressemble à la dernière sous-espèce. Le *spath satin* appartient à cette sorte.

2. *Calcsinter.* Ses couleurs sont le blanc de neige, le blanc grisâtre, le blanc verdâtre et le blanc jaunâtre; le jaune de miel, le brun jaunâtre, le vert serin, le vert pistache, le vert d'asperge, le vert de montagne et le vert-de-gris. (Cette dernière couleur passe au bleu de ciel). Le rouge de chair, le rouge de fleur de pêcher, le brun rougeâtre; mais les variétés de couleur rouge et de couleur verte sont rares, et elles doivent ces couleurs à des métaux. On trouve la pierre fibreuse compacte en masse et sous des formes particulières. A l'intérieur, elle est brillante, passant au peu éclatant; c'est l'éclat nacré. Sa cassure est scapiforme droite, et fibreuse en étoiles. Les fragmens sont ordinairement indéterminés; mais tantôt ils sont esquilleux, et tantôt ils sont cunéiformes. Cette pierre se présente communément en concrétions distinctes lamellaires à lames courbes. Elle est translucide, demi-dure, aigre, très-aisément frangible.

Sous-Espèce 4. — *Pierre de pois.*

Ce minéral se trouve dans le voisinage des sources d'eaux chaudes, à Carlsbad, en Bohême. Il est sous la forme de masses arrondies, composées de couches concentriques, ayant chacune pour noyau un grain de sable. Sa couleur est le blanc jaunâtre, quelquefois le blanc de neige et le brun jaunâtre. Les corps arrondis sont réunis ensemble sous la forme de grappes de raisin. Cette pierre est mate et très-aisément frangible. Elle est opaque, demi-dure, médiocrement pesante. Sa cassure est unie.

Sous-Espèce 5. — *Calctuff, tuf calcaire*.*

Ce minéral, qui se rencontre dans les terrains d'alluvion, paraît être formé journellement par des sources calcaires. Sa couleur est le gris jaunâtre. Cette pierre porte généralement des empreintes de roseaux, d'herbe ou de mousse. Elle est mate à l'intérieur. Sa cassure tient le milieu entre la cassure inégale à grains fins et la cassure terreuse. Quelquefois cette cassure incline un peu à la cassure fibreuse ou à celle lamelleuse. Les fragmens sont à bords obtus. Elle est opaque ou

---

* Jameson. II, 176.

seulement translucide sur les bords. Elle est tendre, aisément frangible, se laissant un peu couper au couteau. Elle est légère et surnage presque l'eau.

ESPÈCE 6. — *Pierre calcaire vésuvienne bleue*[1].

Cette espèce se trouve en grosses masses dans le voisinage du Vésuve, parmi les minéraux rejetés par ce volcan. Elle paraît différer par sa composition de toute autre pierre calcaire connue, en ce qu'elle contient de l'eau, et qu'elle est composée de deux atômes d'acide carbonique, et de trois atômes de chaux. Sa couleur est le gris bleuâtre foncé, en partie veiné de blanc. Elle paraît extérieurement comme si elle avait été roulée. Sa surface est inégale. La cassure est terreuse fine, passant à la cassure esquilleuse. Elle est opaque. Sa raclure est blanche. Elle est faiblement demi-dure et pesante.

ESPÈCE 7. — *Lucullite*[2].

Cette variété de pierre calcaire fut établie pour la première fois, comme espèce particulière, par le docteur John, qui l'appela lucullite, parce que Pline nous apprend que Lucullus avait distingué l'une des sous-espèces de ce minéral en lui donnant son propre nom[3]. On l'a partagé en trois sous espèces.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Lucullite compacte.*

Il y a deux variétés de cette sous-espèce, la *compacte commune* et le *Stink-stone*, ou pierre puante.

1.re VARIÉTÉ. *Marbre noir commun.* Cette variété est considérée par plusieurs géologistes modernes comme caractéristique de la classe des roches de transition. Sa couleur est le noir grisâtre. Elle est en masse. A l'intérieur, elle est fortement brillante. La cassure est inégale à grains fins, et conchoïde. Les fragmens sont indéterminés anguleux, et plutôt à bords aigus. Cette pierre est opaque, demi-dure ; sa cassure est d'un gris cendré. Elle est aigre et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique, suivant le docteur John, est de 3,000. Elle émet, lorsqu'on la frotte, une odeur sulfu-

---

[1] Klaproth, Beitrage. V, 96.
[2] Jameson. II, 180
[3] Marmor Luculleum. Plinii Natur. Hist. Lib. XXXVI, cap. VI.

reuse. En la chauffant dans un vaisseau ouvert, elle blanchit.

2ᵉ VARIÉTÉ. *Stink-stone.* Ses couleurs sont le blanc jaunâtre ou le blanc grisâtre; le gris de fumée, le gris de cendre, le gris bleuâtre et le gris jaunâtre; le noir de poix et le jaune de crême, qui passent à différentes nuances de brun. On trouve cette pierre en masse et disséminée à travers du gypse, en plaques ou en grains. Elle est mate à l'intérieur, ou brillante. Sa cassure est quelquefois esquilleuse, d'autres fois imparfaitement conchoïde, et inégale à grains fins. Les fragmens sont indéterminés, anguleux ou schisteux. Elle se présente quelquefois en petites concrétions distinctes grenues. Elle est opaque. Les variétés de couleur de crême sont translucides sur les bords. Elle est demi-dure. Sa raclure est d'un blanc grisâtre. Elle est cassante, se rompant aisément. Sa pesanteur spécifique est de 2,750. Cette variété émet, lorsqu'on la frotte, l'odeur sulfureuse.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Lucullite prismatique.*

Ses couleurs sont le noir grisâtre, le noir de poix et le gris de fumée. On la trouve en masse. Sa surface extérieure est quelquefois délicatement rayée en longueur. A l'extérieur, elle est mate ou peu éclatante. A l'intérieur, elle est peu éclatante ou très-éclatante. Son éclat tient le milieu entre l'éclat résineux et celui du verre. La cassure est lamelleuse à très-petites lames courbes, quelquefois elle est conchoïde. Les fragmens sont indéterminés, anguleux, quelquefois inclinant au rhomboïde. Elle se présente en concrétions distinctes prismatiques. Cette sous-espèce est opaque ou translucide sur les bords. Elle est demi-dure; sa raclure est grise. Elle est aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,658 à 2,703. Elle exhale, lorsqu'on la frotte, l'odeur sulfureuse.

SOUS-ESPÈCE 3. — *Lucullite lamelleuse.*

Cette sous-espèce est très-abondante dans les environs de Sunderland. Ses couleurs sont le blanc jaunâtre, le blanc grisâtre et le blanc verdâtre. Elle est aussi d'un gris bleuâtre, d'un noir grisâtre et d'un noir de velours. Elle est en masse, disséminée et cristallisée en pyramides hexaèdres aigues. A l'intérieur, elle est brillante. Sa cassure est lamelleuse à petites lames; les fragmens sont rhomboïdaux. Elle se pré-

sente en concrétions grenues à grains fins. Elle est translucide, demi-dure, aigre, aisément frangible. Elle exhale, lorsqu'on la frotte, une odeur sulfureuse; mais j'ai trouvé quelquefois qu'elle perdait cette propriété, étant gardée. Sa pesanteur spécifique est 2,650.

ESPÈCE 8. — *Arragonite**.

Ce minéral, qui fut trouvé pour la première fois dans la province d'Arragon, en Espagne, engagé dans du gypse, a été observé depuis dans les Pyrénées, à Leogand dans le pays de Salzbourg, et en Ecosse. Sa couleur est tantôt le gris verdâtre et tantôt le gris de perle. Dans le milieu, elle est souvent d'un bleu violet et verte. Cette pierre ne se rencontre que cristallisée. Ses formes sont ou un prisme à 6 faces, équiangle parfait, ou un prisme à 6 faces, ayant deux faces opposées plus larges. Les faces des cristaux sont striées en longueur. L'arragonite est peu éclatante; c'est un éclat vitreux. La cassure tient le milieu entre la cassure imparfaitement lamelleuse et la cassure fibreuse. La couleur suit la direction des fibres; c'est le vert pour les fibres longitudinales, et le bleu violet pour les fibres transversales. Le clivage est double; l'un est parallèle à l'axe des cristaux, et l'autre forme avec celui-ci un angle de 116°,50′. Ce minéral est translucide. La réfraction est double. Il raie le spath calcaire. Il est aigre. Sa pesanteur spécifique est 2,9468.

L'arragonite a été divisée en trois sous-espèces, l'arragonite commune, l'arragonite en colonnes, et l'arragonite aciculaire, d'après la forme des concrétions distinctes.

Composition de ces espèces. Je me suis assuré moi-même, par une analyse faite avec soin du carbonate de chaux pur, que c'est un composé de

Acide carbonique . .	2,75.	43,14
Chaux.	3,625	56,86
		100,00

Telle est la composition du spath calcaire et des espèces les plus belles de pierre calcaire grenue. L'aphrite, l'agaric minéral et la craie, doivent leur aspect particulier à ce que ces pierres sont le produit de dépôts mécaniquement formés. Il semble en être de même aussi, quoiqu'avec moins d'exten-

* Kirwan. I, 87. Brochant. I, 576. Haüy. IV, 337. Jameson. II, 199.

sion, à l'égard de la pierre calcaire compacte. La pierre calcaire vésuvienne bleue est un hydrate composé de 2 atômes d'eau et de 3 atômes de carbonate de chaux. La lucullite contient du soufre et du charbon en très-petite quantité. Holme a trouvé que l'arragonite contient de l'eau en petite quantité, et Stromeyer y a reconnu un peu de carbonate de strontiane. Il en évalua la proportion aux 0,04 dans l'arragonite commune, et aux 0,02 seulement dans l'arragonite en colonnes. Mais Bucholz analysa diverses espèces de ce minéral sans y pouvoir découvrir la présence de strontiane. Stromeyer est d'opinion que l'arragonite prend la forme cristalline du carbonate de strontiane. Il s'appuye de cette hypothèse, pour tâcher d'écarter l'anomalie que la forme cristalline particulière de l'arragonite a présentée jusqu'à présent dans la théorie des cristaux. Mais rien ne m'a encore paru devoir prouver que cette hypothèse est fondée. Les tables qui suivent, dans lesquelles est présentée la composition des différens minéraux compris dans les espèces précédentes, mettront le lecteur en état de juger quels sont les corps étrangers que chacune d'elles contient ordinairement.

	Craie.	Pierre calcaire compacte commune.						Lamelleuse grenue.	Spath calcaire.			Calc-sinter.	Aphrite	Spath schisteux.		
	1	2	3	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chaux	56,5	53	49,50	48	47,25	49,25	33,41	56,5	55,5	56,5	56,327	56	51,5	54,7	55	58,00
Acide carbonique	43	42,5	40	38	38,25	35	42	43	44	43,0	43,045	43	39	43,3	41,7	28,5
Eau	0,5	1,63	1,13	1	2,25	—	—	0,5	0,5	0,5	,628	1	1	0,5	—	11,00
Silice	—	1,12	5,25	7	5,75	8,75	10,25	—	—	—	—	—	5,7	,05	—	—
Alumine	—	1	2,75	4	3,75	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,25
Magnésie	—	—	—	—	—	—	9,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxide de fer	—	0,75	1,37	2	Trace.	2,75	2,15	—	—	—	—	—	3,3	80	—	0,50
Oxide de manganèse	—	—	—	—	2,75	Trace.	1,25	—	—	—	—	—	—	—	3	0,28
Charbon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25
Perte	—	—	—	—	—	1,75	1,41	—	—	—	—	—	—	0,65	0,3	0,25
	100,0	100,00	100,00	100	100,00	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0	100,000	100	100,5	100,00	100,0	100,03

[1] Bucholz, Gehlen's Journ. IV, 416. Elle donne aussi des traces d'alumine et de fer, et d'acide hydrochlorique.

[2] Simon *Ibid* IV, 426.

[3] Bucholz, Gehlen's, Jour. Second Series. II, 18. La variété analysée est connue en Allemagne sous le nom de Mehl bass.

[4] Bucholz, Gehlen's, Journ. IV, 414.

[5] Philips, Phil. Mag. XIV, 290.

[6] Bucholz Gehlen's Journ. IV, 412. L'une et l'autre de ces analyses furent faites sur des échantillons purs de cristal d'islande.

[7] Thénard et Biot, Mém. d'Arcueil. II, 176.

[8] Bucholz, Gehlen's Journ. IV, p. 425.

[9] *Ibid.* p. 422.

[10] Philips, Phil. Mag. XIV, 292.

[11] Bucholz, Gehlen's Journ. IV, 419.

[12] Pierre calcaire vésuvienne bleue.

	Lucullite.					Arragonite.			
	[1]	[1]	[1]	[2]	[2]	[3]	[4]	[4]	[4]
Carbonate de strontiane	—	—	—	—	—	—	3,9662	4,0836	2,0552
Chaux	53,38	87,66	53,37	99,1	95,0	55,5	94,5757	94,8249	97,7227
Acide carbonique..	41,50		41,50			43,7			
Alumine.........	—	3,08	1,25	—	—	—	—	—	—
Charbon.........	0,75	0,29	1,25	Tracc.	—	—	—	—	—
Oxide de fer......	0,25	1,47	1,25	—	—	—	0,7060	—	—
Oxide de manganèse.	0,12	0,59	0,75	0,9	1,5	—	—	0,0939	0,0098
Silice...........	1,13	4,12	1,25	—	—	—	—	—	—
Soufre..........	0,25	—	0,25	—	—	—	—	—	—
Chaux..........	—	0,59	—	—	—	—	—	—	—
Potasse, acides minéraux, etc.....	2,62	2,20[5]	2,13	—	—	—	—	—	—
Eau............	—	—	—	—	—	0,8	0,3000	0,9831	0,2104
Perte...........	—	—	—	—	3,5[6]	—	0,4521	0145	0019
	100	100,00	103,00	100,0	100,0	100,0	100,0000	100,0000	100,0000

[1] John, Jameson. II, 182, etc. Premier échantillon, marbre noir; second, stinkstone; troisième, lucullite prismatique.

[2] Hisinger et Berzelius, Afhandlingar. III, 379. L'un et l'autre échantillons paraissent avoir été de lucullite de nature de spath.

[3] Holme, Annals of Philosophy. I, 384.

[4] Stromeyer, Annals of Philosophy. IV, 243.

[5] Renfermant un peu de soufre.

[6] Pyrites principalement.

Espèce 9. — *Dolomite*[1].

Cette espèce et les trois qui suivent consistent dans des carbonates de chaux et de magnésie mêlés ensemble, ou unis dans des proportions diverses. Elles ne constituent, dans le fait, qu'une seule espèce; mais je me suis déterminé à les séparer, afin de prévenir la confusion qui pourrait résulter du classement d'autant de variétés sous un seul nom.

Le nom de *dolomite* a été donné à ce minéral, de celui de Dolomieu, qui, le premier, attira l'attention des minéralogistes sur l'une de ses plus importantes variétés. Une des variétés de ce minéral, qui se trouve en grande abondance en Angleterre, a été pendant long-temps distinguée par la dénomination de *pierre calcaire magnésienne.*

On peut subdiviser la dolomite en quatre sous-espèces, savoir : *dolomite commune*, *dolomite cristallisée* ou *spath rhombe* ou *spath amer, dolomite en colonnes,* et *dolomite compacte* ou *pierre calcaire magnésienne.*

Sous-Espèce 1re. — *Dolomite commune.*

Sa couleur est le blanc grisâtre, qui passe quelquefois au blanc jaunâtre, d'autres fois au vert. On trouve cette pierre en masse. A l'intérieur, elle est peu éclatante. Sa cassure semble être lamelleuse, mais elle n'est pas facile à distinguer, tant les concrétions distinctes sont petites. Les fragmens sont à bords obtus. Ce minéral se présente en concrétions distinctes grenues. Il est translucide sur les bords, demi-dur, aisément frangible. Il est maigre au toucher, et plus pesant que la pierre calcaire. Sa pesanteur spécifique est de 2,835[2]. Il fait effervescence avec les acides, mais faiblement.

Sous-Espèce 2. — *Spath rhombe* ou *spath amer*[3].

Ce minéral se trouve en Suisse, dans le Tyrol, en Suède et en Écosse, etc., dans de la chlorite et autres roches semblables. Il est toujours cristallisé. Ses parties constituantes indiquent qu'il a avec la sous-espèce qui précède, le même rapport que celui qui existe entre le spath calcaire et la pierre calcaire grenue.

Ses couleurs sont le blanc grisâtre et le blanc jaunâtre,

---

[1] Jameson. II, 90.
[2] Klaproth, Gehlen's Journ. II, 125.
[3] Kirwan. I, 92. Brochant. I, 560. Haüy. II, 187. Jameson. I, 516.

le gris jaunâtre. Ses cristaux sont toujours des rhombes de moyenne grosseur, à-peu-près semblables au cristal primitif du spath calcaire[1]. Ce minéral est très-éclatant, son éclat tient le milieu entre le vitreux et le nacré. Sa cassure est lamelleuse à lames droites, avec un clivage triple. La cassure en travers est inégale et imparfaitement conchoïde applatie. Il est translucide. Il raie le spath calcaire. Il est aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,880.

Sous-Espèce 3. — *Dolomite en colonnes*[2].

Cette sous-espèce se rencontre dans la serpentine, dans la mine de Tschistagowskoy, sur la rivière de Mjafs en Russie. Sa couleur est le blanc grisâtre pâle. Elle se présente en masse, généralement en morceaux de 5 centimètres de long, recouverte d'une croûte jaune isabelle botryoïdale, et entre-lacée avec des fibres d'asbeste. Son éclat est vitreux, inclinant à l'éclat nacré. Sa cassure en long est lamelleuse à lames étroites, avec de légères déchirures en travers. La cassure en travers est inégale. Ce minéral est sous la forme de concrétions minces, longues, droites, prismatiques; les fragmens sont aciculaires. Il est faiblement translucide, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 2,765.

Sous-Espèce 4. — *Pierre calcaire magnésienne.*

Cette pierre calcaire est abondante dans les comtés de Durham et d'York, ainsi que dans plusieurs autres contrées de l'Angleterre. Dans le comté de Durham elle se trouve en couches, reposant sur la formation houilleuse. Sa couleur est le gris jaunâtre et le brun jaunâtre. Elle se présente en masse. A l'intérieur elle est brillante d'un éclat qui tient le milieu entre le vitreux et le nacré. La cassure est lamelleuse à lames très-petites, souvent combinée avec la cassure esquilleuse et la cassure conchoïde unie. Les fragmens sont à bords obtus. Elle est sous la forme de petites concrétions grenues, translucide sur les bords, plus dure que le spath calcaire, aigre. Sa pesanteur spécifique varie de 2,777 à 2,823.

Il se rencontre une variété de cette sous-espèce observée pour la première fois par M. Nicol, près de Tinmouth, qui est d'une très-grande flexibilité.

---

[1] Suivant Wollaston, l'angle dans le spath rhombe. est de 106° 15', tandis qu'il n'est dans le spath calcaire que de 105° 5'. Phil. Trans. 1812, p. 159. [2] Klaproth, Mag. der Gesellsch. Naturf. Freunde. V, 402.

La table qui suit présente la composition de ses différentes sous-espèces.

	DOLOMITE COMMUNE.					SPATH RHOMBE.		PIERRE CALCAIRE MAGNÉSIENNE.		
	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[2]	[3]	[4]	[4]	[4]
Carbonate de chaux. . .	52	52	51,5	59	65	68	73	56,8	51,50	62
Carbonate de Magnésie.	46,5	48	48	40,5	35	25,5	25	40,84	44,84	35,96
Oxide de fer.	0,5	0,2	—	—	—	1	} 2,25 (oxide de fer, oxide de manganèse, argile, etc.)	0,36	—	—
Oxide de manganèse. .	0,25	—	—	—	—	—		—	—	—
Argile, eau, etc. . . .	—	—	—	—	—	4		2,0	1,60	1,60
Perte.	0,75	—	0,5	0,5	—	1,5	—	—	2,06	0,44
	100,00	100,2	100,0	100,0	100	100,0	100,25	100,00	100,00	100,00

[1] Klaproth, Gehlen's Journ. II, 115. Le premier échantillon venait du Saint-Gothard, et semble être le même que celui autrefois analysé par Saussure, ayant donné un résultat très-différent; le second venait des Appenins, près de Castelamare, il était à l'état de particules sablonneuses visiblement rhomboïdales; le troisième compacte, des Appenins; le quatrième venant des Alpes; le cinquième provenant d'un marbre antique.

[2] Klaproth Beitrage. IV, 236. De Hall dans le Tyrol.

[3] *Ibid.* I, 306. Venant de Taberg dans le Wermeland.

[4] D'après mon analyse. Les échantillons venaient de Sunderland. Le dernier était la pierre calcaire magnésienne flexible des environs de Tinmouth.

ESPÈCE 10. — *Miémite* [1].

Ce minéral fut observé pour la première fois par le docteur Thompson, de Naples, et il reçut son nom de Miémo en Toscane, où il fut d'abord trouvé. On doit le considérer comme n'étant qu'une variété du spath rhombe.

Sa couleur est le vert d'asperge pâle, passant au blanc verdâtre. On le rencontre en masse et cristallisé en doubles pyramides à trois faces applaties. A l'intérieur il est éclatant ou très-éclatant; c'est l'éclat du verre. Sa cassure est lamelleuse. Les fragmens sont à bords obtus. Il se présente en concrétions distinctes grenues prismatiques. Il est translucide, demi-dur, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 2,885.

Ses parties constituantes sont :

Carbonate de chaux......	53,0
Carbonate de magnésie....	42,5
Carbonate de fer........	3,0
Perte.................	1,5
	100,0 [2]

ESPÈCE 11. — *Gurhofite* [3].

Ce minéral se trouve en abondance entre Gurhof et Aggsbach dans la Basse-Autriche. Sa couleur est le blanc de neige. Il se présente en masse. Il est mat. Sa cassure est conchoïde applatie, passant à la cassure unie. Les fragmens sont indéterminés à bords aigus. Il est légèrement translucide sur les bords. Il est dur, tournant au demi-dur, aigre, se rompant difficilement. Sa pesanteur spécifique est de 2,760.

Ses parties constituantes sont:

Carbonate de chaux......	79,5 ou 2 atômes.
Carbonate de magnésie....	29,5 — 1 atôme.
	109,0

ESPÈCE 12. — *Spath brunissant* [4].

Spath perlé. — Sidéro-calcite.

Ce minéral se rencontre en filons. Il est ordinairement accompagné de spath calcaire et de mine de fer spathique; ses couleurs principales sont le blanc et le rouge, savoir : un blanc grisâtre, jaunâtre ou rougeâtre; un rouge de chair, de

[1] Jameson, II, 103. [2] Klaproth; Beitrage, III, 296.
[3] Jameson, II, 112. Klaproth, Beitrage, V, 103.
[4] Kirwan, I, 105. Brochant, I, 563. Haüy, II, 175. Jameson, II, 106.

rose, ainsi qu'un rouge brunâtre. Quelquefois il est brun. Certaines variétés se rapprochent du gris de perle, d'autres sont noires, et il en est qui sont tachetées. Ce minéral se trouve en masse, ou en pièces globuleuses, ou cristallisé; ses cristaux sont les mêmes que ceux du spath calcaire. On en a trouvé en pyramides doubles, à trois faces, soit obtuses, soit aigues; en pyramides obliques à 6 faces; en lentilles et en rhombes. A l'extérieur il est peu éclatant, à l'intérieur son éclat passe du peu éclatant au très-éclatant; c'est l'éclat nacré. Sa cassure est quelquefois lamelleuse à lames droites, mais plus communément lamelleuse à lames sphériques. Le clivage est triple comme celui du spath calcaire; les fragmens sont rhomboïdaux. Il se trouve en concrétions distinctes grenues de toute grandeur, et en concrétions lamelleuses à lames droites. Ce minéral est translucide. Les cristaux sont demi-transparens. Il raie le spath calcaire : il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,837. Il ne fait que lentement effervescence avec les acides.

Werner a distingué, comme une sous-espèce, sous le nom de *spath brun fibreux*, une variété de ce minéral qui ne s'est encore rencontrée jusqu'à présent que dans la Hongrie et dans la Transilvanie. Sa couleur est le rouge de chair. On le trouve en masse. Il est peu éclatant. Sa cassure est fibreuse à fibres droites et divergentes. Les fragmens sont esquilleux et cunéiformes. Sous les autres rapports cette sous-espèce ressemble au spath brun ordinaire.

Il existe une troisième variété qui a été distinguée par le nom de spath brun *en colonnes*, à raison de la forme de ses concrétions distinctes.

Les parties constituantes du spath brunissant sont, savoir:

Carbonate de chaux.....	51,5	49,19
Carbonate de magnésie...	32,0	44,39
Carbonate de fer........	7,5	—
Carbonate de manganèse..	2,0	—
Oxide de fer............	—	3,40
Oxide de manganèse.....	—	1,50
Eau..................	5,0	0,13
Perte................	2,0	1,39
	100,0[1]	100,00[2]

[1] Klaproth, Beitrage, IV, 203. [2] Hisinger, Afhandlingar, IV, 374.

ESPÈCE 13. — *Marne* [1].

Un mélange de carbonate de chaux et d'argile, dans lequel la proportion du carbonate surpasse de beaucoup celle de l'argile, constitue ce qu'on appelle, dans le langage ordinaire, *la marne*. Kirwan a divisé les marnes en deux variétés; 1°. celles qui contiennent plus de silice que d'alumine; 2°. celles qui contiennent plus d'alumine que de silice. Il a nommé la première de ces variétés, marne *silicée*, et la seconde, marne *argileuse*. On devrait faire attention à cette distinction lorsqu'on se sert de marnes comme engrais. Werner partage les marnes en deux sous-espèces; la *marne terreuse* et la *marne endurcie*.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Marne terreuse*.

Sa couleur est un gris jaunâtre. Elle est composée de parties fines, pulvérulentes et mates. Elle est maigre au toucher, un peu tachante. Ses molécules sont tantôt incohérentes et tantôt agglutinées.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Marne endurcie*.

Ce minéral se rencontre en couches dans les montagnes stratiformes, et dans les formations houilleuses. Sa couleur est le gris, quelquefois le gris jaunâtre. On la trouve en masse. Elle est mate; quelquefois cependant elle a du brillant, ce qui provient de particules étrangères. Sa cassure est terreuse, quelquefois esquilleuse ou imparfaitement schisteuse. Les fragmens sont indéterminés et en partie schisteux. Elle est opaque, ou translucide sur les bords. Elle cède à l'impression de l'ongle. Elle n'est pas particulièrement aigre. Elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 1,6 à 2,877. Au chalumeau, elle se fond sans addition en une scorie d'un noir grisâtre. Elle tombe en poussière. Elle passe à la pierre calcaire et à l'argile endurcie.

ESPÈCE 14. — *Schiste marno-bitumineux* [2].

On rencontre ce minéral en couches particulières dans les plus anciennes montagnes calcaires stratiformes. Il est

---

[1] Kirwan, I, 94. Brochant. I, 569. Haüy, IV, 455. Jameson, II, 191.
[2] Kirwan, I, 103. Brochant. I, 574. Jameson, II, 197.

souvent mélangé avec des mines de cuivre. Il contient en grande quantité des poissons pétrifiés. Sa couleur est le noir grisâtre ou brunâtre. On le trouve en masse. Sa cassure est schisteuse, à feuillets courbes ou droits. Il est mat. Les fragmens sont schisteux. Il est opaque, tendre; il est doux au toucher, aisément frangible, se laissant couper au couteau. Il est médiocrement pesant; il prend de l'éclat par la raclure. Il fait effervescence avec les acides. Au chalumeau, il brûle en laissant des scories noires.

On peut considérer les six espèces qui précèdent comme étant des combinaisons, ou des mélanges mécaniques de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie.

Il n'y a que ces deux sortes de carbonates dans la dolomite, la miémite, et dans la gurhofite. Ces deux constituans n'y existant pas ensemble en proportion définie, on ne peut pas supposer qu'ils sont combinés chimiquement.

Dans le spath brunissant, outre les carbonates de chaux et de magnésie, il paraît y avoir présence de petites quantités de carbonates de fer et de manganèse.

La marne et le schiste marno-bitumineux, sont des mélanges mécaniques de carbonate de chaux et d'argile.

II. FAMILLE DES PHOSPHATES.

Famille des phosphates.

Cette famille ne renferme que deux espèces, savoir: l'*apatite* et la *phosphorite*.

ESPÈCE 1re. — *Apatite.*

Cette espèce a été divisée en deux sous-espèces, savoir: l'*apatite commune*, et l'*apatite conchoïde* ou *pierre d'asperge*.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Apatite commune**.

Ce minéral se rencontre dans des filons de mines d'étain. On le trouve dans le Cornouaille et en Allemagne. Werner en fit le premier une espèce nouvelle, et lui donna le nom qu'elle porte d'après le mot grec ἀπατάω, à raison de ce qu'on l'avait par erreur classée avec d'autres minéraux.

Ses couleurs sont le blanc, le vert, le bleu et le rouge de différentes nuances; telles que les blancs grisâtre, rou-

---

* Kirwan, I, 128. Brochant, I, 580. Haüy, II, 234. Jameson, II, 208.

geâtre, jaunâtre et verdâtre; le vert de montagne, le vert céladon, le vert pistache et le vert poireau; le rouge de rose et de chair; le gris de perle; le bleu violet, le bleu de lavande et le bleu indigo; le brun jaunâtre. Toutes les couleurs sont un peu claires; ce minéral se rencontre le plus souvent cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme hexaèdre régulier; sa molécule intégrante est un prisme triangulaire équilatéral, dont la hauteur est à l'un des côtés de la base comme 1 à $\sqrt{.2}$ [1]. Les prismes hexaèdres sont toujours surbaissés, et passent quelquefois à la cristallisation en tables à 6 faces. Les bords et les angles latéraux, et quelquefois ceux terminaux, sont tronqués. Les faces latérales sont ordinairement striées en longueur; les faces au sommet sont lisses; à l'extérieur elle est très éclatante; à l'intérieur elle est peu éclatante; c'est l'éclat gras se rapprochant de l'éclat vitreux; sa cassure en longueur est imparfaitement lamelleuse; le clivage est quadruple comme dans le béril; sa cassure en travers est inégale; elle se rapproche de la cassure conchoïde à petites cavités. L'apatite en masse est en concrétions grenues à gros grains; elle est transparente et translucide; elle donne une réfraction simple; elle est demi-dure; le spath fluor la raie; elle est aigre, et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 3,179. Mise sur les charbons ardens elle devient phosphorescente. Elle passe à l'état électrique par la chaleur et par le frottement.

Sous-Espèce 2. — *Pierre d'asperge* [2].

On n'a encore trouvé principalement ce minéral qu'à Caprera près le cap de Gates, en Murcie, province d'Espagne. Il se rencontre également en France et en Norwège. Romé de Lisle et les autres minéralogistes français regardaient cette espèce comme une chrysolite.

Sa couleur est un vert d'asperge, passant quelquefois au blanc verdâtre ou au vert pistache. Quelquefois elle tient le milieu entre l'orangé et le brun jaunâtre. On la trouve toujours cristallisée en prismes hexaèdres équiangles, terminés par un pointement obtus à 6 faces, placées sur les faces latérales. Les bords latéraux sont tronqués; les faces latérales

---

[1] Haüy, Journ. des Min., N.° XXVIII, 310.

[2] Brochant, I, 586. Vauquelin, Journ. des Min., N.° XXXVII, 19. Jameson, II, 212.

sont striées en longueur; les autres sont lisses; les cristaux sont parfaits; à l'intérieur la pierre d'asperge est peu éclatante; son éclat est celui du verre; sa cassure est imparfaitement lamelleuse, passant à la cassure inégale; elle est translucide, quelquefois presque transparente; elle est demi-dure se rapprochant du tendre. Elle est aigre, et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est 3,098; elle n'est pas phosphorescente.

Espèce 2. — *Phosphorite* [1].

Ce minéral se trouve en couches très considérables dans la province d'Estramadure en Espagne. Sa couleur est le blanc jaunâtre, souvent tacheté d'un gris jaunâtre; on le trouve en masse; à l'intérieur il est mat ou brillant; sa cassure est imparfaitement lamelleuse à lames courbes, inclinant à la cassure lamelleuse floriforme; quelquefois la cassure passe à une cassure terreuse à gros grains. Ce minéral tend à la forme des concrétions distinctes lamelleuses et épaisses; il est translucide sur les bords, tendre, approchant du demi-dur; il est aigre; sa pesanteur spécifique est de 2,814.

On a trouvé à Kobolobanya près Szigeth, dans le comitat de Marmarosch en Hongrie, une substance consistant dans une matière terreuse, qui devient phosphorescente lorsqu'elle est chauffée, en émettant une lumière d'un jaune pâle. Cette propriété porta les minéralogistes à considérer cette substance comme étant une variété de fluate de chaux, lorsque Hassenfratz l'ayant analysée, reconnut qu'elle se composait principalement d'acide phosphorique et de chaux [2]. On en conclut qu'elle était semblable à la phosphorite d'Estramadure. Pelletier, qui examina peu de temps après cette matière terreuse, lui rendit sa place parmi les fluates de chaux, ayant trouvé qu'elle était un mélange de fluate de chaux, de silice et d'alumine, avec un peu d'acide phosphorique, d'acide hydrochlorique, et de fer [3]. Klaproth a fait depuis l'analyse de cette substance, et il a trouvé que les premières expériences de Hassenfratz étaient exactes; d'où il suit qu'elle doit être considérée comme se rapprochant de la nature de

[1] Brochant, I, 584. Bertrand, Pelletier et Donadei, Journ. de Phys., XXXVII, 161. Jameson, II, 215.

[2] Ann. de Chim., I, 191.

[3] *Ibid.*, IX, 225.

la phosphorite d'Estramadure. On a inséré, dans la table qui suit, les résultats obtenus par Klaproth.

La composition de l'apatite fut d'abord reconnue par Proust; Vauquelin est le premier des chimistes français qui ait déterminé la composition de la pierre d'asperge ; je n'ai pas eu connaissance qu'elle eût été analysée auparavant en Allemagne. Proust établit le premier la composition de la phosphorite. Il en fut fait depuis une expérience plus exacte par Pelletier, Bertrand, et Donadei. On a présenté, dans la table qui suit, le résultat de ces différentes expériences.

	APATITE.	PIERRE D'ASPERGE.			PHOSPHORITE.	PHOSPHORITE DE HONGRIE.
Chaux.	55[1]	53,75[2]	53,32[3]	92[4]	59[5]	47[6]
Acide phosphorique.	45	46,25	45,72		34	32,25
Acide carbonique.	—	——	——	——	1	——
Carb. de chaux. .	—	——	——	6	——	——
Acide hydrochlorique.	—	——	——	——	0,5	——
Acide fluorique.	—	——	——	——	2,5	2,50
Silice.	—	——	——	1	2	0,50
Oxide de fer. . .	—	——	——	——	1	0,75
Eau.	—	——	——	0,5	——	1
Quartz et roche, mêlés.	—	——	——	——	——	11,50
Perte.	—	——	0,96	0,5	——	4,50
	100	100,00	100,00	100,0	100,0	100,00

III. FAMILLE DES FLUATES.

Cette famille ne renferme qu'une espèce, le *fluor*, que (Famille des fluates.)

[1] Klaproth, Journ. des Min., XXXVII, p. 26.

[2] Klaproth, Beitrage, IV, 194. L'échantillon venait de Zillerthale, Il était en masse, de couleur d'un vert d'asperge. Sa pesanteur spécifique était de 3,190. La cassure principale était lamelleuse, la cassure en travers conchoïde.

[3] Vauquelin, Journ. des Min., *ibid.*

[4] Klaproth, Beitrage, 180. L'échantillon venait d'Uto.

[5] Pelletier, Bertrand et Donadei, Journ. de Phys., XXXVII, 161.

[6] Klaproth, Beitrage, IV, 366.

Werner partage en deux sous-espèces, dont la première est très-rare, et la seconde très-commune.

Sous-Espèce 1re. — *Fluor compacte.*

Il se rencontre au Hartz en filons, accompagnant la sous-espèce suivante. Ses couleurs sont le blanc grisâtre et le gris verdâtre, inclinant quelquefois au bleu : d'autres fois ce minéral est marqué de taches jaunes ou rouges. On ne le trouve qu'en masse; à l'extérieur il est mat, à l'intérieur il est brillant, c'est l'éclat du verre; sa cassure est unie; les fragmens sont à bords aigus; il raie le spath calcaire; il est aigre, médiocrement pesant, aisément frangible.

Sous-Espèce 2. — *Spath fluor* (*fluate de chaux*).

Ce minéral se trouve en couches dans les montagnes primitives. Il se rencontre aussi en filons, accompagné d'étain, de plomb et de cuivre.

Il présente une grande variété de couleurs, qui sont des nuances différentes de bleu, de vert, de jaune, de blanc, de rouge, de noir et de brun; souvent plusieurs de ces couleurs sont mélangées ensemble. On le trouve en masse, mais le plus ordinairement cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est l'octaèdre régulier; celle de sa molécule intégrante le tétraèdre régulier [1]. Les variétés de ses cristaux connues jusqu'à présent, sont au nombre de 9, savoir : l'octaèdre primitif, le cube, le dodécaèdre rhomboïdal, le cubo-octaèdre, dont les faces sont celles du cube et de l'octaèdre; l'octaèdre dont les bords sont tronqués; le cube dont les bords sont tronqués et remplacés, chacun, par une ou deux faces. Haüy a donné la description et les figures de ces variétés [2]. La surface des cristaux est lisse, quelquefois drusique; la surface lisse est très-éclatante, et la surface drusique est peu éclatante, c'est l'éclat du verre; la cassure est lamelleuse; le clivage est quadruple; les fragmens sont tantôt tétraèdres, tantôt octaèdres; il est transparent et translucide; la réfraction est simple. Ce minéral se présente en concrétions distinctes, grenues et prismatiques; il est demi-dur, aigre, et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de

[1] Haüy, Journ. des Min., XXXVIII, 325.
[2] *Ibid.*, II, 249.

3,0943 à 3,1911. Sa poussière jetée sur des charbons ardens, répand une lueur bleuâtre ou verdâtre; deux morceaux de ce minéral frottés l'un contre l'autre, luisent dans l'obscurité; au feu il décrépite, au chalumeau il se fond en un verre transparent[1].

Il prend un beau poli. On en fait des vases et autres ornemens.

La composition du fluate de chaux pur est ainsi qu'il suit, savoir :

Chaux	32,25[2]	32,66[3]	35[4]
Acide fluorique	67,75	67,34	65
	100,00	100,00	100

Mais si nous adoptons l'hypothèse de Ampère, et l'analyse de Davy, ce que je suis porté à admettre, les parties constituantes du spath fluor sont :

Fluor	46,69
Calcium	53,31
	100,00[5]

IV. FAMILLE DES SULFATES.

Famille des sulfates.

Cette famille consiste dans quatre espèces, savoir : le *gypse* ou *sulfalte de chaux hydraté*, l'*anhydrite* ou *sulfate anhydre de chaux*, la *vulpinite*, et la *glauberite*.

ESPÈCE 1. *Gypse*[6].

Ce minéral, abondamment répandu dans la nature, se rencontre en couches dans quatre situations différentes, savoir : dans les montagnes primitives, dans les montagnes de transi-

[1] Haüy, Journ. des Min., N.° XXXVIII, 325.

[2] Klaproth, Beitrage, IV, 366.

[3] Mon analyse.

[4] Richter, relaté par Klaproth, Beitrage, IV, 361.

[5] Davy, Phil. Trans. 1814, p. 64. Davy trouva que 100 grammes de spath fluor, lorsqu'ils sont convertis en sulfate de chaux, deviennent 175,2 grammes.

[6] Kirwan. I, 120. Brochant. I, 601. Haüy, II, 266. Jameson, II, 230.

tion, les plus anciennes, et de pierres calcaires de seconde formation, au milieu des couches de grès et de pierre calcaire. On a partagé cette espèce en cinq sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Gypse terreux.*

Ce minéral est très-rare; il se rencontre dans les cavités des autres sous-espèces. On croit qu'il y est produit par le dépôt successif, qu'y forment les eaux, des particules de gypse qu'elles ont entraînées d'ailleurs. Sa couleur est le blanc jaunâtre, quelquefois le blanc de neige; il est d'une consistance farineuse; il est mat et opaque; il tombe à peine au fond de l'eau. Il n'est pas sablonneux entre les dents; il est sec et maigre au toucher. Chauffé au-dessous du rouge, il devient d'un blanc éblouissant.

Sous-Espèce 2. — *Gypse compacte.*

Cette sous-espèce et celle qui suit, couvrent la pierre calcaire de plus ancienne formation; sa couleur est un gris de cendre; on la trouve en masse; à l'intérieur elle est mate; sa cassure est unie, passant à la cassure esquilleuse à esquilles fines; ses fragmens sont à bords obtus. Elle est translucide sur les bords; très-tendre; se laissant couper au couteau et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est d'environ 2,1679.

Sous-Espèce 3. — *Gypse lamelleux.*

Ce minéral a beaucoup de ressemblance avec la pierre calcaire grenue, mais il est beaucoup plus tendre. Ses couleurs sont le blanc, le gris et le rouge; quelquefois le jaune, le brun et le noir de nuances différentes; souvent il est tacheté. On le trouve en masse; quelquefois engagé dans de l'argile en lentilles coniques; à l'intérieur il est peu éclatant; son éclat tient le milieu entre ceux nacré et vitreux; sa cassure est parfaitement lamelleuse à lames un peu courbes, à clivage simple; quelquefois elle est rayonnée à rayons divergens; les fragmens sont indéterminés à bords obtus. Ce gypse se présente en concrétions distinctes grenues; celui à cassure rayonnée est en concrétions prismatiques; il est translucide, très-tendre, se laissant couper au couteau et aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 2,274 à 2,310.

Sous-Espèce 4. — *Gypse fibreux.*

Le gypse fibreux repose sur le grès bigarré et caractérise cette formation. Ses couleurs sont des nuances de blanc, de gris et de rouge. On le trouve en masse et dentiforme. A l'intérieur, il est peu éclatant; quelquefois éclatant, c'est l'éclat nacré. Sa cassure est fibreuse à fibres parallèles, tournant quelquefois à la cassure rayonnée; les fragmens sont le plus communément esquilleux; il est translucide, très-tendre, se laissant couper au couteau, très-aisément frangible.

Sous-Espèce 5. — *Gypse spathique* ou *Selenite.*

Cette sous-espèce renferme tous les échantillons cristallisés de sulfate de chaux. Le gypse lamelleux a le même rapport avec elle que la pierre calcaire grenue avec le spath calcaire. Elle se rencontre dans le gypse de plus ancienne formation et quelquefois en filons. On en trouve de beaux échantillons dans l'Oxfordshire.

La couleur principale de la sélénite est le blanc de neige; quelquefois le blanc jaunâtre et le blanc grisâtre avec différentes nuances de gris, de jaune et de brun. On la trouve en masse; souvent aussi elle est cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit quadrangulaire, dont les bases sont des parallélogrammes obliquangles, ayant leurs angles de 113° 7′ 48″ et 66° 52′ 12″; on la rencontre cristallisée en prismes à six faces, terminés par des pointemens à deux ou à quatre faces. Romé de Lisle [1] et Haüy [2] ont donné la description et la figure de ses variétés.

A l'intérieur, la sélénite est peu éclatante, c'est l'éclat nacré; sa cassure est parfaitement lamelleuse, à clivages triples, dont l'un est parfait et les deux autres très-peu déterminés. Les fragmens sont rhomboïdaux. La sélénite en masse se présente quelquefois en concrétions distinctes grenues. Elle est transparente, très tendre, se laissant facilement couper au couteau, se divisant aisément en lames qui sont un peu flexibles.

---

[1] Cristallographie, I, 441.

[2] Min., II, 270.

Sa réfraction est double; elle est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,322.

Ce sel est un composé de 1 atôme de sulfate de chaux et de 2 atômes d'eau, ou ses parties constituantes sont :

Sulfate de chaux...........	79,32
Eau......................	20,68
	100,00

Espece 2. — *Anhydrite**.

Il paraît que ce minéral fut observé pour la première fois par l'abbé Poda, qui lui donna le nom de *muriacite*, d'après l'idée qu'il s'était formée que c'était une combinaison de chaux et d'acide muriatique. Fichtel le décrivit en 1794. Klaproth l'analysa bientôt après; mais les minéralogistes n'y firent pas beaucoup d'attention jusqu'à l'époque où Haüy en indiqua les caractères dans le quatrième volume de sa Minéralogie. Bournon en donna quelque temps après une description. Ce minéral fut trouvé d'abord dans les salines de Hall dans le Tyrol, et depuis dans celles du canton de Berne; on l'a rencontré aussi dans d'autres lieux. On a divisé cette espèce en cinq sous-espèces.

Sous-Espèce 1.re — *Anhydrite compacte.*

Ce minéral se rencontre dans les mines de sel d'Autriche et de Salzbourg, ainsi que dans le gypse de première formation au pied des montagnes du Hartz sur la partie orientale. Ses couleurs sont des nuances différentes de blanc, de gris, de bleu et de rouge. Elle se présente en masse, contournée et réniforme. Elle est faiblement brillante et mate. Sa cassure est esquilleuse à petites esquilles, passant à la cassure unie et à la cassure conchoïde à petites cavités. Les fragmens sont à bords aigus. Cette pierre est translucide, au moins sur les bords. Elle raie le spath calcaire, mais elle est rayée par le spath fluor. Sa raclure est d'un blanc grisâtre. Elle est difficile à rompre. Sa pesanteur spécifique est de 2,850.

* Jameson, II, 247.

Sous-Espèce 2. — *Anhydrite fibreuse.*

On trouve cette sous-espèce à Hall dans le Tyrol, et à Ischel dans la Haute-Autriche. Ses couleurs consistent dans des nuances différentes de rouge. Elle se présente en masse. A l'intérieur elle est brillante et un peu éclatante, c'est l'éclat nacré. Sa cassure est fibreuse à fibres parallèles délicates. Les fragmens sont esquilleux à longues esquilles. Elle est faiblement translucide et aisément frangible.

Sous-Espèce 3. — *Anhydrite rayonnée.*

Cette sous-espèce accompagne les deux qui précèdent. Elle est ordinairement bleue, quelquefois tachetée de rouge. Elle se présente en masse. Sa cassure rayonnée est très-éclatante, la cassure esquilleuse est peu éclatante. Sa cassure est en partie rayonnée et en partie esquilleuse. Les fragmens sont indéterminés et plutôt à bords obtus. Elle est translucide. Sa pesanteur spécifique est de 2,940.

Sous-Espèce 4. — *Anhydrite spathique*, ou *spath cubique.*

La couleur de cette sous-espèce est le blanc de lait, passant quelquefois au blanc grisâtre, au blanc jaunâtre et au blanc rougeâtre, approchant du gris de perle. On la rencontre en masse et cristallisée en prismes tétraèdres, se rapprochant du cube, mais ayant deux des faces opposées latérales plus larges que les deux autres. Quelquefois les bords latéraux sont tronqués, ce qui convertit le cristal en un prisme à huit faces. Quelquefois les troncatures sont tellement grandes qu'elles détruisent les faces latérales étroites, et que le cristal devient un prisme à six pans[1]. Les faces larges du cristal sont très-éclatantes à l'intérieur et d'un éclat nacré; les faces étroites sont éclatantes. La cassure est parfaitement lamelleuse. Le clivage triple et rectangulaire. Les fragmens cubiques. Cette sous-espèce se rencontre en concrétions distinctes, grenues et lamellaires. Elle est translucide. Elle raie le spath calcaire. Elle est très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 2,850 à 2,964[2].

Sous-Espèce 5. — *Anhydrite écailleuse.*

On la trouve dans les mines de sel de Hall dans le Tyrol.

---

[1] Bournon.

[2] Bournon, Haüy et Klaproth.

Ses couleurs sont des nuances diverses de blanc, de bleu smalt, et de gris. Elle se rencontre en masse. Elle est très-éclatante, d'un éclat nacré. Sa cassure est confusément lamelleuse. Cette sous-espèce est sous la forme de concrétions grenues, écailleuses. Elle est translucide sur les bords; aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,957.

Cette espèce consiste dans du sulfate de chaux sans aucune quantité quelconque d'eau. Quelquefois elle contient une petite proportion d'hydrochlorate de soude, probablement mêlé mécaniquement.

Espece 3. — *Vulpinite*[1].

Ce métal se rencontre à Vulpino en Italie, et c'est ce qui l'a fait nommer ainsi. Sa couleur est le blanc grisâtre, veiné de gris bleuâtre. Il est en masse; très-éclatant à l'intérieur. Sa cassure est lamelleuse, à triple clivage, légèrement oblique. Les fragmens sont rhomboïdaux. Il se présente en concrétions distinctes grenues. Ce minéral est translucide sur les bords, tendre, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,878. Ses parties constituantes sont :

Sulfate de chaux.............	92
Silice......................	8
	100[2]

On peut le considérer comme n'étant qu'une sous-espèce d'anhydrite.

Espece 4. — *Glaubérite*[3].

Ce minéral fut découvert en Espagne, à Villaruba près Ocana dans la Nouvelle-Castille. Ses cristaux sont quelquefois solitaires, quelquefois réunis en groupes, et disséminés en masses de sel gemme. Il est toujours cristallisé. Les cristaux sont sous la forme d'un prisme oblique à base rhombe. Les angles du parallélogramme qui constitue la base sont de 75° 32′ et de 104° 28′. Les angles d'incidence entre le parallélogramme de la base et les côtés adjacens sont de 142°. Ce-

---

[1] Jameson, II, 254.
[2] Vauquelin, relaté par Jameson.
[3] Brogniart. Nicholson's Journ., XXIV, 65.

lui entre la base et le bord contigu à l'angle aigu de la base est de 154°. Les faces de la base sont lisses, celles des côtés sont striées en longueur.

Les cristaux sont d'un jaune topaze clair, et ils conservent leur solidité et leur transparence à l'air comme s'ils n'avaient pas été humectés. Cette espèce est plus dure que le sulfate de chaux, mais plus tendre que le spath calcaire. Lorsqu'elle est chauffée, elle se fendille, décrépite et fond en un émail blanc. Etant immergée dans l'eau, elle blanchit et devient aussitôt opaque. Retirée de l'eau et séchée, elle ne reprend point sa transparence; mais la croûte blanche qui la recouvre tombe en poussière; et lorsqu'on la frotte, on reconnaît que le noyau n'est pas changé. Sa pesanteur spécifique est de 2,73. Cette pierre est composée de

51	Sulfate anhydre de soude.
49	Sulfate anhydre de chaux.
100	

Ce minéral ne contient point d'eau de cristallisation.

V. FAMILLE DES BOROSILICATES.

Cette famille contient deux espèces, la *datholite* et la *botryolite*. Famille des Borosilicates.

Espece 1.re — *Datholite* [1].

Esmark a découvert, le premier, ce minéral près Arendal, dans la Norwège. On doit à Klaproth la connaissance de ses parties constituantes.

Sa couleur est un blanc grisâtre et verdâtre, quelquefois c'est le vert de montagne. On le trouve en masse et cristallisé en prismes rectangulaires applatis à quatre faces, ayant leurs angles tronqués; ses cristaux sont petits; son éclat à l'extérieur est le peu éclatant; à l'intérieur c'est l'éclatant; il tient le milieu entre l'éclat vitreux et l'éclat gras. Sa cassure est imparfaitement conchoïde à petites cavités. Les fragmens sont indéterminés. Ce minéral se présente en concrétions distinctes grenues à gros grains, ayant une surface rude et brillante. Il est demi-dur, se rapprochant du dur. Il est translucide [2]. Sa pesanteur spécifique est de 2,980 [3].

[1] Klaproth, Gehlen's Journ, VI, 107.
[2] Karsten, *ibid.*
[3] Klaproth.

L'analyse de Klaproth nous apprend que ce minéral est composé de

Silice...........	36,5
Chaux..........	35,5
Acide borique...	24
Eau..........	4
	100,0 avec trace de fer.

Espece 2. — *Botryolite*[1].

Ce minéral fut décrit, pour la première fois, par Abilgaard, sous le nom de *zéolite demi-globuleuse*. Ses propriétés chimiques furent observées par Esmark, et l'assesseur Gahn reconnut qu'il contenait de la chaux, de la silice et de l'acide borique. Klaproth le soumit à une analyse rigoureuse, et Haussman le distingua, d'après sa forme, par le nom qu'il porte aujourd'hui. Cette pierre se rencontre près Arendal en Norwège.

Ses couleurs à l'extérieur sont le gris de perle et le gris jaunâtre. A l'intérieur elle est grisâtre, d'un blanc de lait, et d'un blanc rougeâtre en bandes concentriques. Elle est botryoïdale. Sa surface est rude et mate. A l'intérieur elle est brillante avec un éclat nacré. La cassure est fibreuse à fibres délicates en étoiles. Elle se présente en concrétions distinctes lamellaires concentriques. Cette pierre est translucide sur les bords, demi-dure, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 2,885. Au chalumeau, elle écume et se fond en un verre blanc. Ses parties constituantes sont :

Silice....................	36
Acide borique............	39,5
Chaux....................	13,5
Oxide de fer.............	1
Eau.....................	6,5
Perte....................	3,5
	100,0[2]

VI. FAMILLE DES SILICATES.

Famille des Silicates. Cette famille ne renferme qu'une seule espèce.

[1] Jameson, II, 259.
[2] Klaproth, Beitrage, III, 291.

Espèce 1.re — *Spath en table*, ou *schaalstein*[1].

Ce minéral n'a encore été trouvé jusqu'à présent que dans le Bannat de Temeswar, et dans la pierre cannelle en roche venant de Ceylan. Sa couleur est le blanc grisâtre passant au blanc verdâtre, au blanc jaunâtre et au blanc rougeâtre. Il se rencontre en masse. La cassure principale est éclatante, d'un éclat nacré. Sa cassure principale est lamelleuse, avec une légère tendance à la cassure esquilleuse et à la cassure fibreuse à grosses fibres, à simple clivage. Cette pierre est sous la forme de concrétions distinctes scapiformes. Elle est translucide, demi-dure, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,86. Lorsqu'on la met dans l'acide nitrique, elle fait d'abord effervescence pendant un moment, puis elle tombe en grains. Cette pierre est infusible au chalumeau. En la raclant avec un couteau elle devient phosphorescente. Ses parties constituantes sont :

Silice..........	50
Chaux.........	45
Eau............	5
	100[2]

C'est donc un bisilicate de chaux, et elle consiste dans 3 atômes de bisilicate unis à 1 atôme d'eau.

VII. FAMILLE DES ARSENIATES.

Famille des arseniates.

Cette famille ne contient qu'une seule espèce, savoir : la *pharmacolite*.

Espèce 1.re — *Pharmacolite*[3], ou *fleur d'arsenic*.

On trouva ce minéral pour la première fois dans la mine Sophia près Wittichen en Souabe. Elle s'y rencontre dans les fentes d'une roche de granit, accompagnée de mine de cobalt. On l'a trouvée depuis à Andréasberg dans le Hartz, et en d'autres lieux. Sa couleur est le blanc rougeâtre et le blanc de neige. On la rencontre tantôt en petits cristaux capillaires réunis en faisceaux, et tantôt en masses mamelonnées

[1] Jameson, II, 114. Klaproth. III. 289.
[2] Jameson, II, 114. Klaproth, III, 189 et 291.
[3] Brochant, II, 523. Haüy, II, 293. Klaproth, III, 280. Jameson, III, 543.

recouvrant ces cristaux capillaires. A l'intérieur cette pierre est brillante, c'est un éclat soyeux. La cassure est rayonnée à rayons fins et déliés. Les fragmens sont indéterminés et quelquefois cunéiformes. Cette pierre se présente en concrétions distinctes grenues. Elle est translucide sur les bords, très-tendre, aisément frangible. Ses parties constituantes sont:

Acide arsénique...	50,54	45,68
Chaux..........	25,00	27,28
Eau............	24,46	23,86
Perte..........	—	3,18
	100,00 [1]	100,00 [2]

VIII. FAMILLE DES TUNGSTATES.

Famille des Tungstates.

Cette famille ne contient qu'une seule espèce, savoir: le *tungstate de chaux*.

Espèce 1.re — *Tungstène* [3].

Ce minéral, qui est rare, n'a encore été trouvé jusqu'à présent que dans le Cornouailles, en Suède et en Allemagne. Il est ordinairement en masse et quelquefois cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Bournon, un octaèdre aigu, dans lequel l'angle solide au sommet mesure 48° sur les faces, et 64° 22′ sur les bords. Bournon a donné la description des variétés de cristallisation de ce minéral [4].

Sa couleur est le blanc jaunâtre et le blanc grisâtre; tournant quelquefois au blanc de neige; cette couleur passe au gris jaunâtre, au brun jaunâtre et se rapproche du jaune orangé. Le minéral est éclatant, d'un éclat gras. Il est translucide. Sa cassure est lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés, plutôt à bords obtus. Il se présente quelquefois en concrétions distinctes grenues. Il n'est pas particulièrement aigre. Il est aisément frangible, tendre. Sa pesanteur spécifique varie de 5,8 à 6,0665. Ce minéral étant mis en digestion dans les acides nitrique ou hydrochlorique, devient jaune. Il est infusible au chalumeau. Avec le borax il forme un verre

---

[1] Klaproth, Beitrage, III, 281.
[2] John, Gehlen's Journ., Second Series, III, 539. L'échantillon venait d'Andreasberg.
[3] Jameson, III, 545.
[4] Journ. des Min. N.° LXXV, p. 167.

sans couleur, à moins que le borax ne soit en excès, et alors il est brun. Avec le sel microcosmique, il produit un verre bleu, qui perd sa couleur par la flamme jaune, mais qui la recouvre dans la flamme bleue [1]. Les parties constituantes de ce minéral sont :

Acide tungstique...	77,75	75,25	80,417
Chaux...........	17,60	18,70	19,400
Oxide de fer......	—	1,25	—
Oxide de manganèse	—	0,75	—
Silice............	3,00	1,50	—
Perte............	1,65	2,55	0,183
	100,00 [2]	100,00 [3]	100,000 [4]

GENRE II. — *Sels de barite.*

Ce genre ne comprend que deux espèces, *le carbonate* et *le sulfate.*

ESPÈCE 1.re — *Carbonate de barite* [5]. — *Witherite.*

Ce minéral se rencontre à Anglesark dans le Lancashire, en filons qui traversent une montagne composée de couches de grès, de charbon de terre, et par conséquent dans un terrein de formation stratiforme. Werner lui a donné le nom de *witherite* de celui de Withering qui en fit la découverte.

On trouve ordinairement ce minéral en masse; mais quelquefois il est cristallisé. Les cristaux sont très-petits et très-rares, et par conséquent on n'a pu déterminer leur forme primitive. Ils sont en prismes hexaèdres terminés par des pyramides à 6 faces, ou en pyramides doubles également à 6 faces. La couleur de la witherite est un gris jaunâtre; sa cassure en longueur tient le milieu entre la cassure lamelleuse et la cassure rayonnée; sa cassure en travers est inégale; ses fragmens sont cunéiformes; dans la cassure principale, elle est peu éclatante; dans la cassure en travers, elle est brillante, c'est l'éclat gras. Dans ses variétés en masse, elle se présente en concrétions distinctes cunéiformes,

---

[1] Schéele et Bergman.
[2] Klaproth, Beitrage, III, 44.
[3] *Ibid.*
[4] Berzelius, Afhandlingar, IV, 305.
[5] Kirwan, I, 134. Brochant, I, 613. Haüy, II, 309. Jameson, II, 265.

qui passent à des concrétions grenues à gros grains. Elle est translucide, tendre, aigre; sa pesanteur spécifique est de 4,3 à 4,338. Lorsqu'on la chauffe, elle devient opaque; sa poussière, mise sur des charbons ardens, est phosphorescente [1].

Suivant l'analyse que Klaproth a faite de ce minéral, ses parties constituantes sont, savoir :

Carbonate de barite..........	98,246
Carbonate de strontiane.......	1,703
Alumine avec fer............	0,043
Carbonate de cuivre..........	0,008
	100,000 [2]

ESPÈCE 2. — *Sulfate de barite* [3].

Spath pesant. — Barosélénite.

Ce minéral se rencontre presque toujours en filons et accompagnant très-souvent les mines métalliques. Quelquefois cependant il se trouve en couches et engagé. Il est ou en poudre, ou en masses informes, et souvent cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit à bases rhombes, dont les angles sont de 101°,30′ et 78°,30′ [4]. Le nombre des variétés de ses cristaux s'élève à 14. On en peut voir la description dans Romé de Lisle [5] et dans Haüy [6]. Les plus communes de ces variétés sont l'octaèdre avec sommets cunéiformes, le prisme hexaèdre, le prisme tétraèdre, la table hexangulaire à bords en biseau. Quelquefois les cristaux sont en aiguilles.

Ce spath est mat, ou avec peu d'éclat; sa transparence varie du translucide à l'opaque; dans quelques cas ce spath est diaphane. Il est tendre. Sa pesanteur spécifique varie de 4,4 à 4,5. Sa couleur est ordinairement le blanc avec une nuance de jaune, de rouge, de bleu ou de brun. Au feu il décrépite; au chalumeau il se fond sans addition par la flamme bleue, et il est ainsi converti en sulfure

[1] Haüy.
[2] Beitrage, II, 86.
[3] Kirwan, I, 138. Brochant, I, 617. Haüy, II, 295. Jameson, II, 268.
[4] Haüy, Essai d'une Théorie, p. 119.
[5] Cristal, I, 588.
[6] *Ibid.* et Ann. de Chim. XII, 3; et Min. II, 298.

de barite. Il est soluble dans tous les acides, l'acide sulfurique excepté; et il en est précipité par l'eau. Werner partage cette espèce en huit sous-espèces, savoir : le *spath pesant terreux*, le *spath pesant compacte*, le *spath pesant grenu*, le *spath pesant lamelleux à lames courbes*, le *spath pesant lamelleux à lames droites*, le *spath pesant scapiforme*, le *spath pesant prismatique* et le *spath pesant de Bologne*. On trouve, dans la Minéralogie du professeur Jameson, à laquelle je renvoie, la description détaillée de ces sous-espèces.

La sous-espèce grenue est une des plus rares; elle a une très-grande ressemblance avec la pierre calcaire grenue; mais elle s'en distingue aisément par sa pesanteur spécifique qui s'élève à environ 4,380. Un échantillon de ce spath venant de Peggau, analysé par Klaproth, se trouva composé de

90	Sulfate de barite.
10	Silice.
100*	

Genre III. — *Sels de strontiane.*

Ce genre ne contient que deux espèces, le *carbonate* et le *sulfate*.

Espèce 1re. — *Carbonate de strontiane.*

Strontianite.

Ce minéral fut découvert pour la première fois dans la mine de plomb de Strontian, dans l'Argyleshire en Ecosse. On dit qu'on l'a depuis rencontré, quoiqu'en petites quantités, dans d'autres pays. On le trouve soit amorphe, soit cristallisé en aiguilles, dont la forme, suivant Haüy, se rapproche de celle du prisme hexaèdre régulier.

Sa couleur tient le milieu entre le vert d'asperge et le vert pomme ; elle est quelquefois d'un blanc verdâtre ; sa cassure en longueur est rayonnée à rayons divergens ; la cassure en travers est inégale. L'éclat de la cassure en longueur est l'éclatant, et celui de la cassure en travers est le peu éclatant: c'est un éclat nacré. Ce carbonate est translucide, tendre; sa pesanteur spécifique varie de 3,4 à 3,675. Il ne décré-

* Klaproth's Essays. I, 376. Eng. Trans.

pite point au feu. Traité au chalumeau sans addition, il devient opaque et blanchit, mais sans se fondre. Avec le borax, il fait effervescence et se fond en un verre transparent sans couleur ; il fait effervescence avec l'acide hydrochlorique qui le dissout complètement. Si l'on trempe un papier dans cette dissolution, et qu'après l'avoir fait sécher on l'allume, il brûle avec une flamme de couleur purpurine. Ce carbonate contient environ 2 pour 100 de carbonate de chaux.

ESPÈCE 2. — *Sulfate de strontiane.*

Célestine.

On a trouvé ce minéral dans la Pensylvanie, en Allemagne, en France, en Sicile et en Angleterre. Il fut découvert pour la première fois par M. Clayfield, près de Bristol, où il est si abondant qu'on l'emploie à la confection et à l'entretien des routes; il est souvent en masse, mais très-fréquemment aussi, on le rencontre cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit à bases rhombes dont les angles sont de 104°48′ et de 75° 12′. Les variétés de ses cristaux, telles qu'elles ont été décrites par Haüy, sont au nombre de sept[1]; elles peuvent toutes se rapporter à des prismes hexaèdes ou tétraèdres, terminés par des sommets à deux, quatre ou huit pans. Cette substance raie le spath calcaire; elle est rayée par le spath fluor; sa pesanteur spécifique est de 3,5827 à 3,9581; elle donne une réfraction double. On peut partager cette espèce en trois sous-espèces[2].

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Sulfate de strontiane compacte.*

On trouve cette espèce à Montmartre, près de Paris. Sa couleur est un gris jaunâtre; elle est en masse, en morceaux arrondis; elle est mate; sa cassure est esquilleuse; elle est opaque, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 3,5 à 3,596. Elle contient, suivant Vauquelin,

91,42	Sulfate de strontiane.
8,33	Carbonate de chaux.
0,25	Oxide de fer.
100,00[3]	

[1] Minér. II, 315.
[2] Brochant, I, 642.
[3] Journ. des Min. N.° LIII, 355.

Sous-Espèce 2. — *Sulfate de strontiane fibreux.*

Sa couleur est entre le bleu indigo et le gris bleuâtre ; elle passe quelquefois au blanc de lait. Elle est en masse et cristallisée. L'éclat de sa cassure en longueur est l'éclatant ; celui de sa cassure en travers est le peu éclatant. Cet éclat tient le milieu entre ceux nacré et gras. La cassure en longueur est lamelleuse, celle en travers est fibreuse ; les fragmens sont esquilleux ; elle a une tendance à l'état de concrétions distinctes, prismatiques ; elle est aisément frangible, translucide, sa pesanteur spécifique est de 3,83.

Sous-Espèce 3. — *Sulfate de strontiane lamelleux.*

Sa couleur est le blanc de lait, tournant souvent au bleu. Cette sous-espèce se trouve en masse et cristallisée. Les cristaux sont groupés ; leur éclat est l'éclatant ; leur texture est lamelleuse à lames droites ; ils sont translucides. On trouve la strontiane sulfatée lamelleuse en Sicile et en Angleterre. Cette sous-espèce a été dernièrement partagée par Werner en deux variétés ; celle en tables et celle en prismes. On en trouve la description dans la Minéralogie du professeur Jameson.

Genre IV. — *Sels magnésiens.*

Ce genre contient trois espèces, le *sulfate*, le *carbonate anhydre* ou *magnésite*, et le *borate*.

Espèce 1re — *Sulfate de magnésie.*

Ce sel se trouve fréquemment dans différentes contrées du globe, en efflorescence sur les rochers, les murailles, etc. Klaproth a fait voir que la substance venant d'Idria, désignée par les Allemands sous le nom de *haarsalz*, est le sulfalte de magnésie presque pur * ; mais l'échantillon le plus parfait que j'aie vu de ce minéral est celui trouvé à Calutayud dans l'Arragon. Sa couleur est le blanc de neige, sa texture est fibreuse, et il a beaucoup de l'aspect du gypse fibreux. Les fibres sont de petits prismes tétraèdres. Il est éclatant, d'un éclat soyeux, translucide, tendre, aigre, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 1,5577. Sa saveur est forte-

* Beitrage, III, 104.

ment amère. Il ne s'altère point à l'air. Il est très-soluble dans l'eau. Je l'ai trouvé composé de

Sulfate de magnésie.......	48,6
Sulfate de soude...........	1,4
Eau....................	50,0
	100,0[1]

ESPÈCE 2. — *Carbonate anhydre, ou Magnésite.*

Cette espèce fut découverte par le docteur Mitchell dans des roches de Serpentine, en Moravie. Sa couleur est le gris jaunâtre, passant au jaune de crême. Elle est marquée de taches d'un brun noirâtre. Elle se rencontre en masse, tuberculeuse. Elle est mate à l'intérieur. Sa cassure en grand est conchoïde applatie, à grandes cavités; la cassure en petit est esquilleuse; les fragmens sont à bords aigus. Elle raie le carbonate de chaux, et elle est rayée par le fluate de chaux. Elle est opaque, se laissant un peu couper au couteau. Elle est maigre au toucher. Elle happe fortement à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,915. Lorsqu'elle est frottée sur du drap elle acquiert l'électricité positive. Elle est infusible au chalumeau.

On a formé la table qui suit, des résultats des différentes analyses qui ont été faites jusqu'à présent de ce minéral.

Acide carbonique...	49	52	51,00	47,	50,7643
Magnésie.........	48	48	46,59	45,42	47,6334
Silice...........	—	—	—	4,50	—
Alumine.........	—	—	1,00	0,50	—
Chaux..........	—	—	0,16	0,08	—
Oxide de fer......	—	—	0,25	0,50	—
Oxide de manganèse	—	—	—	—	0,2117
Eau............	3	—	1,00	2,00	1,3906
	100[2]	100[3]	100,00[3]	100,00[2]	100,0000[4]

On voit, d'après ces analyses, que le minéral est une combinaison de 1 atôme acide carbonique et de 1 atôme de magnésie,

[1] Annals of Philosophy, IX, 483.
[2] Klaproth, Beitrage, V, 100.
[3] Bucholz, Ann. de Chim. LXXIV, 76.
[4] Stromeyer, Schweigger's Journ. XIV, 1.

ESPÈCE 3. — *Borate de Magnésie* [1].

Boracite.

On a trouvé ce minéral à Kalkberg, près de Lunebourg en Basse-Saxe, dans une montagne presqu'entièrement composée de gypse, et aussi près de Kiel. Il se rencontre cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est le cube [2]. Ce cube porte en général une troncature sur chacun de ses bords et sur chacun de ses angles. Quelquefois cependant la troncature sur les angles a lieu de manière que de deux angles qui terminent une grande diagonale ou un axe du cube, il n'y en a jamais qu'un seul de tronqué [3]. La plus grande dimension des cristaux excède à peine douze millimètres, et généralement cette dimension est moindre de beaucoup.

A l'intérieur la boracite est brillante, d'un éclat tenant le milieu entre l'éclat du diamant et celui du verre; sa cassure est imparfaitement conchoïde, se rapprochant de la cassure inégale à grains fins; son éclat extérieur est l'éclatant; à l'intérieur, le peu éclatant, c'est un éclat gras. Cette pierre est translucide, demi-dure ; sa pesanteur spécifique est de 2,566. Ses couleurs sont le gris jaunâtre, le gris de fumée et le blanc grisâtre, passant quelquefois au blanc verdâtre et au vert d'asperge. La boracite a la propriété de s'électriser par la chaleur, et de présenter à-la-fois chacune des deux électricités positive et négative à des points constamment opposés, qui sont les extrémités des axes du cube ; de sorte que chaque axe donne d'un côté l'électricité vitrée, de l'autre l'électricité résineuse [4]. Traitée au chalumeau cette pierre bouillonne, donne une lumière verdâtre et se convertit en un émail jaunâtre, hérissé de petites pointes qui, le feu étant continué, sont lancées comme des étincelles [5].

Outre le borate de magnésie, Westrumb trouva dans la boracite une quantité considérable de chaux ; mais par une analyse plus récente de Vauquelin et de Schmidt, il a été reconnu que la chaux n'était que mêlée, à l'état d'un carbonate.

La table qui suit présente les parties constituantes de cette

---

[1] Kirwan, I, 172. Brochant, I, 589. Haüy, II, 337.
[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XXXVIII, 325.
[3] Haüy et Westrumb.
[4] Haüy, *ibid.*, et Ann. de Chim. IX, 59.
[5] Lelièvre, Journ. des Min. *Ibid.*

espèce, d'après les meilleures analyses qui en aient été faites jusqu'à présent.

Acide borique..	68,00	83,4	55,68
Magnésie......	13,50	16,6	32,00
Chaux.........	11,00	——	——
Silice.........	2,00	——	2,27
Alumine.......	1	——	——
Oxide de fer...	0,75	——	0,45
Perte.........	3,75	——	9,60
	100,00[1]	100,0[2]	100,00[3]

Genre V. — *Sels alumineux.*

Ce genre contient quatre espèces différentes, savoir : l'*alun*, le *sous-sulfate d'alumine*, ou *aluminite*, le *mellate d'alumine*, et la *cryolite*, ou *fluate de soude et d'alumine.*

Espèce 1re. — *Alun.*

Cette espèce se rencontre en cristaux capillaires sur l'argile schisteuse. J'ai un échantillon de cristaux octaèdres d'alun que m'a choisi mon ami M. Macintosh de Glascow, provenant du schiste alumineux à Whitby. Je considère les cristaux capillaires comme n'étant pas de l'alun parfait ; mais relativement aux cristaux octaèdres, il ne peut y avoir aucun doute à cet égard.

Espèce 2. — *Aluminite* ou *sous-sulfate d'alumine*[4].

Ce minéral fut trouvé pour la première fois dans les couches d'alluvion autour de Halle en Saxe. M. Webster et M. Smithson-Tennant l'on rencontré plus récemment à New Haven, près Brighton, dans le midi de l'Angleterre.

Sa couleur est le blanc de neige. Ce minéral se présente en petits morceaux réniformes. Il est mat. Sa cassure est terreuse, fine. Il est opaque, légèrement tachant ; sa raclure est brillante. Il happe faiblement à la langue. Il est très-tendre, fin, mais maigre au toucher. Sa pesanteur spécifique est de 1,669. Ses parties constituantes sont :

---

[1] Westrumb.
[2] Vauquelin.
[3] Pfaff, Schweigger's Journal, VII, 131.
[4] Jameson, I, 405.

Acide sulfurique.	19,25	21,5
Alumine.	32,50	31,0
Eau.	47,00	45,0
Silice.	0,45	2
Chaux.	0,35	
Oxide de fer.	0,45	
Perte.	——	0,5
	100,00[1]	100,0[2]

C'est un composé de 1 atôme acide sulfurique et 4 atômes alumine. Il contient exactement le même poids d'eau que l'alun; ou il consiste dans 1 atôme de sous-quadro-sulfate d'alumine et 10 atômes d'eau.

Espèce 3. — *Mellite*[3].

Pierre de miel. — Mellate d'alumine.

Ce minéral fut observé pour la première fois à Artern en Thuringe, entre des couches de bois bitumineux et de charbon de terre. On l'a trouvé depuis à Langenbogen dans le cercle de Saal. C'est de sa couleur d'un jaune de miel que cette pierre a reçu son nom. Elle se présente ordinairement cristallisée en petits octaèdres, dont les angles sont souvent tronqués. La surface des cristaux est lisse. Elle est très-éclatante, et translucide. La mellite donne une réfraction double. Sa cassure est parfaitement conchoïde. Elle est tendre; sa pesanteur spécifique, suivant Abich, est de 1,666; au feu elle blanchit. Chauffée fortement à l'air elle brûle sans se charbonner sensiblement. Il reste une matière blanche, qui fait légèrement effervescence avec les acides, et qui, d'abord sans saveur, laisse à la longue une impression acide sur la langue.

Les parties constituantes de la mellite sont :

Acide mellitique. . .	46
Alumine.	16
Eau.	38
	100[4]

[1] Simon, Scherer's Journ. IX. 162.
[2] Bucholz, cité par Jameson, 406.
[3] Emmerling's Lehrbuch, II, 89. Wiedeman's Handsbuch, p. 639. Abich, Crell's Annals, 1797. II, 3. Vauquelin, Ann. de Chim. XXXVI, 23. Klaproth, Beitrage, III, 115. Kirwan's Miner. II, 68. Karsten, Mus. Lock, II, 335. Brochant, II, 73. Haüy, III, 335. Jameson. II, 409.
[4] Klaproth, Beitrage, III, 114.

Espèce 4. — *Cryolite**.

Ce minéral n'a encore été trouvé jusqu'à présent qu'à Arksut, dans la partie ouest du Groenland. C'est de là qu'il fut apporté à Copenhague, où il resta dans l'oubli pendant 8 ou 9 ans, jusqu'à ce qu'enfin il fût analysé par Abildgaard. Plusieurs échantillons de ce minéral, qui avaient été rassemblés par Giesecké furent capturés dans le passage du Groenland à Copenhague, et tombèrent entre les mains du colonel Imrie, et de M. Thomas Allan d'Edimbourg. La forme primitive des cristaux de ce minéral semble être un octaèdre, dont les faces sont des triangles isocèles. Sa couleur est le blanc grisâtre. Sa cassure est imparfaitement lamelleuse. Ses fragmens sont cubiques ou en plaques. Il est translucide; sa dureté est inférieure à celle du fluate de chaux. Il est aigre. Sa pesanteur spécique est de 2,949. Abildgaard ayant reconnu, par l'analyse qu'il fit de ce minéral, la propriété qu'il a d'entrer en fusion avant d'éprouver la chaleur rouge, et par sa simple exposition à la flamme d'une bougie, il lui donna le nom de cryolite; dérivé de κρυος et de λιθος; comme si ce minéral fondait aussi aisément que la glace. Abildgaard avait trouvé par l'analyse que la cryolite contenait de l'acide fluorique et de l'alumine. Klaproth y découvrit de plus la présence de la soude. Les résultats de son analyse, qui se sont trouvés confirmés par ceux qu'a obtenus Vauquelin, sont ainsi qu'il suit :

40,5	Acide fluorique et eau.
36,0	Soude.
23,5	Alumine.
100,0	

Seconde classe. — *Sels.*

Je comprends dans cette classe tous ceux des minéraux qui consistent dans des combinaisons des alcalis avec des acides. Ils constituent des genres et des espèces comme suit, savoir :

Genre Ier — *Potasse.*

Esp. 1re. — *Nitrate de potasse.*

Genre II. — *Soude.*

* Jameson, II, 299.

Esp. 1re. — *Carbonate de soude.*
2. — *Sulfate de soude.*
3. — *Hydrochlorate de soude.*
4. — *Borax. (Sous-borate de soude.)*
5. — *Reissite.*

Genre III. — *Ammoniaque.*

Esp. 1re. — *Hydrochlorate d'amoniaque.*
Esp. 2. — *Sulfate d'ammoniaque.*

Genre Ier. — *Sels de potasse.*

Esp. 1re. — *Nitrate de potasse.*

On trouve ce sel natif, en incrustations à la surface de la terre, dans différentes contrées de l'Inde, au cap de Bonne-Espérance, au Pérou, en Espagne, à la Molfetta, etc. Il y est à l'état de mélange avec du nitrate de chaux, de l'hydrochlorate de potasse et d'autres substances étrangères. Il se présente le plus ordinairement sous forme de cristaux capillaires; quelquefois, quoique rarement, on le rencontre en masse ou en prismes hexaèdres. Klaproth obtint de l'analyse qu'il fit d'un échantillon de nitrate de potasse natif, provenant de la Molfetta, savoir :

Nitrate de potasse...........	42,55
Sulfate de chaux............	25,45
Carbonate de chaux.........	30,40
Hydrochlorate de potasse....	0,20
Perte.....................	1,40
	100,00[1]

Genre II. — *Sels de soude.*

Esèpce 1re. — *Carbonate de soude.*

Ce sel abonde en Egypte. Il y existe à la surface de la terre et sur les bords de certains lacs qui se dessèchent pendant l'été. Il a souvent l'apparence d'une poussière rude au toucher, de couleur grise et d'une saveur alcaline. Le carbonate de soude se rencontre aussi en Chine, où il porte le nom de *kien;* près de Tripoli, où il s'appelle *trona.* Il se trouve également en Hongrie, en Sirie, en Perse, et dans l'Inde[2].

---

[1] Beitrage, I, 319.

[2] Kirwan's Min. II, 6.

Il y a deux variétés du carbonate de soude, savoir : le *carbonate*, qui est en flocons d'un blanc grisâtre ou jaunâtre, et le *bicarbonate*, qui forme des masses solides rayonnées, composées de cristaux aciculaires et qu'on n'a encore rencontré jusqu'à présent qu'en Afrique.

Klaproth trouva dans un échantillon de la première de ces variétés venant d'Egypte :

32,6	Carbonate de soude sec.
20,8	Sulfate de soude sec.
15,0	Hydrochlorate de soude sec.
31,6	Eau.
100,0 [1]	

Le même chimiste obtint d'un échantillon de la seconde des deux variétés de ce carbonate, ou carbonate fibreux, venant de l'intérieur de l'Afrique :

37,0	Soude.
38,0	Acide carbonique.
22,5	Eau.
2,5	Sulfate de soude.
100,0 [2]	

Espèce 2. — *Sulfate de soude.*

Ce sel se trouve en Autriche, dans la Hongrie, dans la Styrie, en Suisse et en Sibérie; et toujours c'est dans le voisinage des sources d'eaux minérales qu'on le rencontre. Il est ordinairement sous forme pulvérulente; quelquefois il se présente en masse et même cristallisé en aiguilles et en prismes à six pans. Sa couleur est le blanc grisâtre ou jaunâtre.

Un échantillon venant d'Eger, analysé par Reuss, contenait,

Sulfate de soude........	67,024
Carbonate de soude......	16,333
Hydrochlorate de soude..	11,000
Carbonate de chaux.....	5,643
	100,000 [3]

[1] Beitrage. III, 80.
[2] *Ibid.* p. 87.
[3] Jameson, II, 318.

Espèce 3. — *Hydrochlorate de soude.*

Ce minéral, connu sous le nom de sel commun, est très-abondamment répandu dans la nature. Il forme des masses immenses dans le sein de la terre dans beaucoup de pays et particulièrement en Pologne, en Hongrie, en Angleterre, etc. On assure qu'auprès de Cordoue, en Espagne, il existe une montagne d'hydrochlorate de soude de plus de 152 mètres d'élévation, sur environ 4900 mètres de circonférence. Ce sel se rencontre en couches, ordinairement courtes et épaisses, gissant sur le gypse stratiforme de formation la plus ancienne [1]. Werner partage cette espèce en deux sous-espèces qui sont le *sel de roche*, sel gemme, et le *sel de lac*. Cette dernière sous-espèce est le sel déposé au fond des lacs. Ce minéralogiste divise le *sel de roche* ou sel gemme en deux variétés, qui se distinguent par la cassure et l'apparence. Ces deux variétés sont le sel gemme *lamelleux* et le sel gemme *fibreux*. On en trouve la description dans la Minéralogie du professeur Jameson [2].

Espèce 4. — *Borax.*

Le borax (sous-borate de soude), nous vient des Indes-Orientales. Cette substance paraît être, suivant l'opinion commune, un produit de la nature. On le trouve dans différentes parties du Thibet, etc. Il est ordinairement à l'état de mélange avec des corps étrangers. Celui qu'on apporte de la Perse est en cristaux d'un volume assez considérable, enveloppés dans une matière grasse. La forme primitive des cristaux du borax est un prisme rectangulaire oblique; mais ce minéral se présente le plus habituellement sous la forme de prismes hexaèdres dont les bords sont diversement tronqués. Ses couleurs sont les blancs, grisâtre, jaunâtre ou verdâtre. Sa cassure est ou lamelleuse ou conchoïde. Il est translucide. Il donne une réfraction double [3]. Sa saveur est sucrée et un peu âcre.

---

[1] Jameson's Miner. II, 13.
[2] Vol. II, p. 320.
[3] Haüy, II, 366.

Ses parties constituantes sont, d'après l'analyse de Klaproth,

Acide borique...........	37
Soude..................	14,5
Eau....................	47,0
Perte..................	1,5
	100,0 [1]

ESPÈCE 5. — *Reissite.*

C'est un sel d'une nature compliquée, qui se trouve dans les environs de Sedlitz, et qui fut analysé pour la première fois par Reuss; ce qui fit donner par Karsten, à ce minéral, le nom qu'il porte.

Il se présente sous les formes, d'efflorescence farineuse, terreuse, de particules mates, et aussi cristallisé, soit en aiguilles, soit en prismes hexaèdres applatis. Sa couleur est le blanc de neige. Il se compose, suivant l'analyse de Reuss, de

Sulfate de soude............	66,04
Sulfate de magnésie.........	31,35
Hydrochlorate de magnésie...	2,19
Sulfate de chaux............	0,42
	100,00 [2]

GENRE III. — *Sels d'ammoniaque.*

ESPÈCE 1re. — *Hydrochlorate d'ammoniaque.*

Ce sel se rencontre auprès des volcans dont il est un des produits. On le trouve aussi dans la Perse. Il existe ordinairement sous forme pulvérulente dans le milieu des laves; quelquefois il se présente en masses et même en cristaux très-irréguliers. Sa couleur est le blanc, souvent avec une nuance de jaune ou de vert. Cette substance est très-tendre. Un échantillon de ce sel, venant de la Tartarie, donna pour résultat de l'analyse qu'en fit Klaproth:

97,5	Hydrochlorate d'ammoniaque.
2,5	Sulfate d'ammoniaque.
100,0 [3]	

[1] Beitrage, IV, 350.
[2] Karten's tabellen, p. 57.
[3] Beitrage, III, 94.

Espèce 2. — *Sulfate d'ammoniaque*; ou *muscagnine*[1].

Ce minéral se rencontre parmi les laves de l'Etna et du Vésuve. Ses couleurs sont le jaune citron et le gris jaunâtre. Il est en croutes farineuses, mat. Sa cassure est inégale et terreuse. Il est demi-transparent ou opaque. Sa saveur est piquante et amère.

Troisieme classe. — *Combustibles.*

Cette classe comprend tous les corps combustibles qui font partie des substances minérales, à l'exception du diamant et de la mellite qu'on a déjà décrits, et des métaux qui appartiennent à la quatrième classe des minéraux. On a divisé les minéraux combustibles en quatre genres, savoir :

1. Le soufre.	3. Le bitume.
2. La résine.	3. Le graphite.

Genre I.er — *Soufre.*

Ce genre ne comprend qu'une seule espèce, le *soufre natif;* quoique peut-être il ne serait pas inconvenant de rapporter à ce genre l'*orpiment*, qu'on place ordinairement parmi les mines d'arsenic.

Espèce 1.er — *Soufre natif*[2].

Ce minéral se rencontre ordinairement dans des masses de gypse, de pierre calcaire et de marne. On le trouve quelquefois en filons traversant les roches primitives; et Humboldt l'a observé dans l'Amérique méridionale dans du schiste micacé constituant une couche avec quartz. La couleur du soufre est le jaune, passant au jaune de miel, au jaune de citron et au jaune de cire, avec un mélange de gris ou de brun. Cette substance se présente en masse, disséminée, et cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre composé de deux pyramides tétraèdres jointes base à base. Les côtés de ces pyramides sont des triangles scalènes avec incidence telle que le plan où les bases des pyramides se joignent est un rhombe, dont la grande dia-

---

[1] Jameson, II, 339.

[2] Kirwan, II, 69. Brochant. II, 37. Haüy, III, 277. Jameson, II, 349.

gonale passant par l'arête et joignant la pyramide supérieure avec l'inférieure, est à la plus petite comme 5 est à 4 [1]. Tantôt les sommets des deux pyramides sont tronqués, et tantôt les pyramides sont séparées par un prisme intermédiaire; quelquefois les sommets des pyramides sont tronqués près de leurs bases, et il s'élève de la troncature une pyramide tétraèdre surbaissée : cette pyramide est quelquefois aussi tronquée près de son sommet. Enfin il arrive encore que l'un des bords des pyramides est tronqué. M. Lefroy a donné une description exacte des figures de ces variétés et l'exposé des lois de leur formation [2].

La surface des cristaux du soufre est lisse; à l'extérieur ces cristaux sont très-éclatans; à l'intérieur ils ne sont qu'éclatans, c'est l'éclat du diamant. La cassure de cette substance est inégale, à petits grains, passant à la cassure esquilleuse. Les fragmens sont à bords obtus; elle est translucide, les cristaux sont transparens; ces cristaux donnent une réfraction double; ils sont très-tendres, très-aisément frangibles.

Le soufre qui se trouve dans le voisinage des volcans diffère un peu dans ses propriétés du soufre natif ordinaire.

Genre II. — *Résine.*

Ce genre se compose de trois espèces: *l'ambre, le retinasphalte* et *la résine highgate.*

Espèce 1.re — *Ambre.*

Cette substance, que les anciens appelaient *electrum*, se rencontre dans différens pays; mais c'est dans la Prusse qu'elle abonde le plus, soit sur le bord de la mer, soit dans la terre, à une profondeur de plus de 30 mètres, reposant sur de la *houille* [3]. Elle est en blocs de différentes grandeurs. Werner partage cette espèce en deux sous-espèces, qui sont *l'ambre blanc* et *l'ambre jaune.*

Sous-Espèce 1.re — *Ambre blanc.*

Sa couleur est le jaune paille, inclinant quelquefois au

---

[1] Romé de Lisle, I, 292. Haüy et Lefroy, Journ. des Min. N.° XXIX, 337.

[2] Journ. des Min. N.° XXIX, 337.

[3] Kirwan, Minéral. II, 56.

blanc jaune. Cette sous-espèce se trouve en masse; elle est éclatante, c'est un éclat gras; la cassure est conchoïde; les fragmens sont à bords très-aigus; elle est translucide. L'ambre blanc se rapporte, dans ses autres caractères à la sous-espèce qui suit.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Ambre jaune.*

Sa couleur est le jaune de cire, passant au jaune de miel, au brun jaunâtre, et au rouge d'hyacinthe. Cette sous-espèce est en morceaux à angles obtus, à surface rude. Elle est mate à l'extérieur; à l'intérieur elle est très-éclatante; cet éclat tient le milieu entre l'éclat gras et celui du verre; la cassure est parfaitement conchoïde. Les fragmens sont à bords très-aigus. Cette pierre est translucide, tendre, un peu aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 1,078 à 1,085.

ESPÈCE 2. — *Rétinasphalte.*

Ce minéral, qui se trouve à Bovey, que Hatchett a décrit et analysé, appartient au genre résine. Il forme, comme étant un composé de résine et de bitume, le passage du premier de ces genres à l'autre. Ce minéral a été décrit volume II, pag. 438 de cet ouvrage.

Bucholz publia, en 1811, l'analyse d'une substance, qu'il avait trouvée en masse, sous la forme de rognons, dans les fossés de la ville de Halle. Il est probable que cette substance n'est qu'une variété du rétinasphalte de Hatchett. Sa couleur est le jaune brunâtre. Son éclat est gras. Elle est opaque, très-aisément frangible. Cette substance étant chauffée se fond en exhalant une odeur résineuse, mêlée de l'odeur du storax. Bucholz la trouva composée de

Résine soluble dans l'alcool................	91
Résine insoluble dans l'alcool (ressemblant à l'ambre)...........................	9
	100 *

ESPÈCE 3. — *Résine Highghate.*

On trouva cette substance à Highgate près Londres, dans

* Schweigger's Journ. I, 290.

un terrain que des ouvriers creusaient pour ouvrir la nouvelle route à travers la montagne.

Sa couleur est le brun jaunâtre sale. Elle est en morceaux arrondis irréguliers. L'éclat est résineux; ce minéral est demi-transparent, à surface lisse, aigre, moins frangible que la résine commune, et plus que le copal. Il est plus tendre que cette dernière substance. Sa pesanteur spécifique est de 1,046. Etant chauffé, il se fond en un fluide limpide, en exhalant une odeur résineuse et aromatique. Présenté à la flamme d'une bougie, il brûle entièrement sans laisser aucun résidu. Il est insoluble dans une dissolution de potasse, et dans l'acide acétique. Il se dissout dans l'éther, et, en partie, dans l'alcool.

Genre III. — *Bitume.*

Ce genre contient quatre espèces, savoir : *le pétrole, la poix minérale, le charbon de terre brun* et *le charbon de terre noir.*

Espèce 1re. — *Pétrole, ou huile minérale**.

Cette substance découle ordinairement des roches de formation de houille, et généralement des lieux situés dans le voisinage immédiat de la houille; sa couleur est le noir brunâtre; elle est liquide, mais visqueuse ; elle est translucide et éclatante : c'est un éclat gras. Le pétrole est gras au toucher; il mouille, il a une odeur bitumineuse.

Espèce 2. — *Poix minérale.*

Werner divise cette espèce en trois sous-espèces, qui se rencontrent principalement en filons. Ces sous-espèces sont *la poix minérale terreuse, la poix minérale scoriacée* et *la poix minérale élastique.*

Sous-Espèce 1.re *Poix minérale terreuse.*

Cette sous-espèce est la substance ordinairement connue sous les noms de *poix minérale* et de *Malthe ;* sa couleur est le brun noirâtre. On la trouve en masse; elle est mate avec une raclure éclatante résineuse : sa cassure est terreuse

---

* Kirwan. II, 42. Hatchett. Linnæan Trans. IV, 131. Brochant. II, 59. Haüy. III, 312. Jameson. II, 356.

ou inégale à petits grains; quelquefois elle se rapproche de la cassure esquilleuse; les fragmens sont à bords obtus; cette substance est très-tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible; elle est grasse au toucher; elle est légère et presque surnageante sur l'eau; son odeur est bitumineuse.

Sous-Espèce 2. — *Poix minérale scoriacée.*

Sa couleur est le noir de velours, approchant quelquefois du noir brunâtre. On la trouve en masse : à l'intérieur elle passe du très-éclatant au peu éclatant. C'est un éclat gras; sa cassure est ou imparfaitement ou parfaitement conchoïde; les fragmens sont à bords assez aigus. Cette substance est très-tendre; elle est opaque, facile à se diviser; elle conserve son éclat dans sa raclure; elle est aisément frangible, grasse au toucher; sa pesanteur spécifique varie de 1,07 à 1,165; son odeur est bitumineuse.

Sous-Espèce 3. — *Poix minérale élastique*, ou *caoutchouc fossile.*

Cette sous-espèce se trouve en Angleterre dans le Derbyshire. Sa couleur est le brun noirâtre, inclinant tantôt au noir brunâtre et tantôt au brun rougeâtre; à l'intérieur elle est éclatante et peu éclatante : c'est un éclat gras. Sa raclure est éclatante; la cassure est schisteuse à feuillets courbes, la cassure en travers est conchoïde; les fragmens sont schisteux. Le caoutchouc minéral est translucide sur les bords, très-tendre, se laissant couper au couteau, flexible et élastique. Sa pesanteur spécifique varie de 0,9053 à 1,233. Hatchett a donné, dans un mémoire inséré dans les Transactions Linnéennes, une description détaillée des variétés de cette substance.

Espèce 3. — *Charbon de terre brun.*

Cette espèce importante a été divisée par Werner en cinq sous-espèces qui sont : *le bois bitumineux*, *le charbon de terre* ou *la houille terreuse*; *la terre alumineuse*, *le charbon de terre commun* ou *la houille brune*, et *le charbon de terre des marais* ou *la houille limoneuse*.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Bois bitumineux*[1].

Ce minéral, qui ressemble par sa forme à des tiges et à des branches d'arbres un peu applaties, se rencontre avec le charbon de terre brun commun, dans le trapp stratiforme et dans les formations d'alluvion. On le trouve à Bovey dans le Devonshire, et on le connaît en Islande sous le nom de *surturbrand*. Sa couleur est un brun clair ou foncé, approchant du brun de bois ou du noir brunâtre; il est brillant dans sa cassure principale; souvent éclatant dans sa cassure en travers; il prend de l'éclat par la raclure; la cassure en grand est schisteuse; en petit elle est fibreuse. La cassure en travers est quelquefois imparfaitement conchoïde. Les fragmens sont ordinairement esquilleux. Ce minéral est opaque, tendre, se laissant couper au couteau; il est flexible et un peu élastique; il est léger.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Houille terreuse*[2].

On trouve cette substance accompagnée de bois bitumineux dans le comté de Mansfield, et souvent en couches épaisses sur le Saal. On la pétrit avec de l'eau dans des auges : on la moule en forme de briques, et on la dessèche; dans cet état elle est employée pour le chauffage. Sa couleur est d'un brun noirâtre, passant quelquefois au gris jaunâtre; ses molécules ont peu d'adhérence, elle est presque à l'état pulvérulent; elle est un peu tachante : à-peine brillante à l'intérieur; elle redevient presque éclatante par sa raclure. Elle tombe facilement en poussière.

SOUS-ESPÈCE 3. — *Terre alumineuse*[3].

On la trouve en couches dans les terrains d'alluvion et dans les trapps stratiformes. Sa couleur est d'un brun noirâtre. On ne la rencontre qu'en masse; elle est mate

---

[1] Kirwan. II, 60. Brochant. II, 44. Jameson. II, 368. Von Troil's. Letters on Iseland, p. 42. Hatchett, Phil. Trans. 1804. Parkinson's, Remains of a former world, p. 104.

[2] Jameson. II, 371. Klaproth. III, 319.

[3] Brochant I, 383. Jameson, II, 373. Klaproth, Gehlen's Journ. VI, 41

et quelquefois avec un éclat brillant que lui donnent quelques parcelles de mica; elle prend de l'éclat par la raclure : sa cassure est terreuse, tendant à la cassure schisteuse; ses fragmens sont en tables; elle est maigre et quelquefois grasse au toucher, se laissant couper au couteau. Sa consistance tient le milieu entre le très-tendre et le friable.

Ses parties constituantes, déterminées par l'analyse de Klaproth, sont :

Charbon	19,65
Soufre	2,85
Silice	40,00
Alumine	16,00
Oxide de fer	6,40
Sulfate de fer	1,80
Sulfate de chaux	1,50
Magnésie	0,50
Sulfate de potasse	1,50
Hydrochlorate de potasse	0,50
Eau	10,75
	101,45[1]

Sous-Espèce 4. — *Houille brune*[2].

On la trouve en grandes quantités à Bovey; sa couleur est d'un noir brunâtre clair; elle se rencontre en masse; à l'intérieur elle est peu éclatante, c'est un éclat gras; elle devient éclatante par sa raclure; sa cassure est imparfaitement conchoïde, à grandes cavités; ses fragmens sont à bords aigus. Elle est tendre, se laissant couper au couteau, très-aisément frangible; elle est légère.

Sous-Espèce 5. — *Houille limoneuse*[3].

Elle se trouve en Bohême et dans d'autres parties de l'Allemagne; sa couleur est d'un brun noirâtre foncé. On la trouve masse; elle est peu éclatante, c'est l'éclat gras;

---

[1] Mills, Phil. Trans. LI, 534. Brochant. II, 47. Scammell, Parkinson's, Remains of a former world. p. 126. Jameson II, 375. Hatchet, Phil. Trans. 1804.

[2] Gehlen's Journ. VI, 44.

[3] Jameson II, 378.

elle devient éclatante par la raclure; sa cassure principale est imparfaitement schisteuse; la cassure en travers est unie, quelquefois conchoïde, applatie. Ses fragmens sont trapézoïdaux, se rapprochant de la forme cubique. Cette houille est tendre, se laissant couper au couteau, très-aisément frangible; elle est légère: exposée à l'air, elle éclate et tombe en morceaux.

Espèce 4. — *Houille noire* *.

Presque toutes les variétés de houille dont on se sert en Angleterre comme combustible, sont comprises dans cette espèce, qui se divise en six sous-espèces, savoir : *la houille piciforme, la houille scapiforme, la houille schisteuse, la houille de kilkenny, la houille lamelleuse* et *la houille grossière.*

Sous-Espèce 1.re — *Houille piciforme.*

Jayet.

Elle se trouve dans les trois formations houilleuses, mais plus communément dans les montagnes de trapp; sa couleur est le noir de velours, passant quelquefois au noir brunâtre. On la trouve en masse, en plaques; quelquefois sous forme de branches d'arbres, mais sans contexture ligneuse régulière. A l'intérieur elle est éclatante, c'est l'éclat gras; sa cassure est parfaitement conchoïde à grandes cavités; ses fragmens sont à bords aigus; elle est tendre, un peu aigre, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 1,308.

Sous-Espèce 2. — *Houille scapiforme.*

On ne la trouve qu'au Meissner dans la Hesse, avec d'autres sous-espèces. Sa couleur est entre le noir de velours et le noir grisâtre : quelquefois elle tire sur le bleu de fer. Elle est en masse; à l'intérieur elle est éclatante ou d'un éclat inclinant à celui demi-métallique; sa cassure est imparfaitement conchoïde. On la trouve en concrétions distinctes scapiformes à surfaces brillantes; elles est tendre, un peu aigre, très-aisément frangible; elle est légère. Elle brûle sans flamme, laissant une cendre blanche grisâtre.

---

* Jameson. II, p. 379.

Sous-Espèce 3. — *Houille schisteuse.*

C'est la houille commune de l'Angleterre et de l'Ecosse; elle se trouve en général dans la formation houilleuse indépendante; sa couleur est entre le noir de velours et le noir grisâtre foncé; elle est en masse; son éclat est l'éclatant; c'est l'éclat gras; sa cassure principale est presque parfaitement schisteuse; la cassure en travers est inégale, à petits grains, passant à une cassure unie et imparfaitement conchoïde: ses fragmens sont quelquefois trapézoïdaux. Cette houille est tendre, se laissant presque couper au couteau; aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 1,250 à 1,370*.

Sous-Espèce 4. — *Houille de kilkenny.*

Elle accompagne les sous-espèces précédentes. On la trouve à Wigan dans le Lancashire, et dans différentes parties de l'Ecosse. Sa couleur est d'un noir grisâtre foncé; elle est en masse; son éclat à l'intérieur est le peu éclatant, c'est un éclat gras; sa cassure est quelquefois conchoïde, applatie, à grandes cavités: quelquefois elle est unie; les fragmens sont quelquefois cubiques; elle est aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 1,232 à 1,275. On la taille souvent en vases et en ornemens divers.

Sous-Espèce 5. — *Houille lamelleuse.*

On la trouve en Saxe et en Silésie dans la formation houilleuse indépendante; sa couleur est entre le noir de velours et le noir grisâtre. Elle est en masse; dans sa cassure principale elle est très-éclatante; dans sa cassure en travers, elle est peu éclatante, c'est l'éclat gras; la cassure en longueur est lamelleuse, à lames droites, à simple clivage; la cassure en travers est schisteuse: les fragmens se rapprochent de la forme cubique; elle est tendre, disposée à se laisser couper au couteau; très-aisément frangible; elle est légère.

---

* Kirwan.

Sous-Espèce 6. — *Houille grossière.*

Elle se trouve dans le voisinage de Dresde. Sa couleur est d'un noir grisâtre foncé. Elle est en masse ; son éclat est le peu éclatant ; sa cassure en travers est inégale à gros grains ; sa cassure en longueur est ordinairement schisteuse. Ses fragmens sont à bords un peu obtus. Cette houille est demi-dure ; c'est la plus dure de toutes les sous-espèces de houille. Elle est un peu aigre, aisément frangible. Elle est plus pesante que les sous-espèces qui précèdent.

La table qui suit présente les parties constituantes de celles des sous-espèces ci-dessus de houille brune et de houille noire, qui ont été analysées jusqu'à-présent.

Bois bitumineux[1].

Terreau végétal	54,
Soufre	0,8
Sulfate de fer	10,7
Oxide de fer	12,7
Sulfate de chaux	0,7
Silice	0,2
Perte	20,9
	100,0

Houille terreuse[2].

Matière volatile	62,25
Charbon	20,25
Chaux	2,00
Sulfate de chaux	2,50
Oxide de fer	1,00
Alumine	0,50
Sable	11,50
	100,00

[1] Vauquelin, Jameson. II, 55.
[2] Klaproth. III, 319.

Terre alumineuse[1].

Charbon	19,65
Soufre	2,85
Silice	40,00
Alumine	16,00
Oxide de fer	6,40
Sulfate de fer	1,80
Sulfate de chaux	1,50
Magnésie	0,50
Sulfate de potasse	1,50
Hydrochlorate de potasse	0,50
Eau	10,75
	101,45

Houille de Bovey[2].

Charbon	45
Matière volatille	55
	100

HOUILLE SCHISTEUSE.

	de Walden.	de Salrze.	de Biel-Schowitz.
Charbon	57,99[3]	63,31[3]	58,17[3]
Bitume	36,87	32,93	37,89
Terre	5,82	3,90	3,94
Perte	1,32		
	102,00	100,14	100,00

Genre IV. — *Graphite.*

Ce genre contient trois espèces, savoir : la *houille éclatante*, le *graphite*, le *charbon minéral*.

Espèce 1.re — *Houille éclatante.*

Cette espèce, qui tire son nom de son grand éclat, est divisée par Werner en deux sous-espèces, dont la première est beaucoup plus commune que la seconde.

Sous-Espèce 1.re — *Houille éclatante conchoïde.*

On ne l'a encore trouvée jusqu'ici que dans les trapps de plus nouvelles formations. Sa couleur est le noir de fer tirant

[1] Klaproth, Gehlen's, Journ. VI, 44.
[2] Hatchett. Phil. Trans. 1804.
[3] Richter, Jameson. II, 73.

un peu sur le brun ; sa surface est terne comme l'acier trempé; elle est en masse et vésiculaire. A l'intérieur, elle est éclatante, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est conchoïde à grandes et à petites cavités : ses fragmens sont à bords aigus. Elle est tendre, un peu aigre, aisément frangible ; elle est légère, elle brûle sans flamme et sans odeur.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Houille éclatante schisteuse.*

Anthracite ; Houille de Kilkenny.

On avait considéré cette sous-espèce de houille comme appartenant exclusivement aux roches primitives et aux roches de transition, jusqu'à ce que le professeur Jameson l'eût découverte dans la formation houilleuse indépendante, dans l'île d'Arran. Sa couleur est d'un noir de fer foncé, inclinant rarement au brun. Elle est en masse, éclatante. Son éclat tient le milieu entre l'éclat métallique et celui demi-métallique. Sa cassure principale est plus ou moins parfaitement schisteuse : la cassure en travers est conchoïde, applatie, à petites cavités : les fragmens sont à bords assez aigus, et quelquefois trapézoïdaux ; cette houille est tendre, aisément frangible, tenant le milieu entre la disposition à se laisser couper au couteau et l'état aigre. Sa pesanteur spécifique est de 1,415 à 1,800.

Cette espèce consiste en charbon dépourvu de bitume, avec ou sans mélange de matière terreuse.

ESPÈCE 2. — *Graphite, plumbago* *.

Cette espèce, comme celle qui précède, se divise en deux sous-espèces : le *graphite écailleux* et le *graphite compacte*.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Graphite écailleux.*

Sa couleur est d'un gris d'acier foncé, passant au noir de fer clair. Il est en masse, peu éclatant ; c'est l'éclat métallique. Il devient éclatant par la raclure, d'un éclat métallique. Sa cassure est lamelleuse avec écailles, passant quelquefois à la cassure conchoïde à grandes cavités : quelquefois elle est schisteuse et inégale : ses fragmens sont trapézoïdaux. Il se présente en concrétions distinctes, grenues ; il est très-tendre, se laissant couper au couteau, facile à se rompre ; il est tachant,

* Jameson. II, 396.

écrivant, et onctueux au toucher; sa pesanteur spécifique est de 1,987 à 2,267[1].

Sous-Espèce 2. — *Graphite compacte.*

Sa couleur est un peu plus noire que celle de la sous-espèce précédente: l'éclat à l'intérieur est le brillant : c'est l'éclat métallique; sa cassure est inégale, à grains fins, passant à la cassure égale : elle est aussi quelquefois conchoïde, applatie, à grandes cavités. Dans ses autres caractères, cette sous-espèce est la même que celle précédente.

Espèce 3. — *Charbon minéral*[2].

On le trouve avec les variétés de houille. Sa couleur est le noir grisâtre. Il est en morceaux anguleux, se rapprochant de la forme cubique. L'éclat est le brillant; cet éclat est soyeux. Sa cassure est fibreuse, quelquefois avec apparence de contexture ligneuse; ses fragmens sont à bords obtus, et quelquefois esquilleux. Ce charbon est très-tachant, tendre, passant au friable; léger.

QUATRIÈME CLASSE. — *Mines.*

Cette classe renferme tous les corps minéraux, composés entièrement de métaux, ou dont les métaux constituent la partie la plus considérable et la plus importante. C'est parce que tous les métaux provenant de minéraux appartiennent à cette classe, qu'elle a reçu le nom de *mines*.

Le nombre des métaux connus jusqu'à présent s'élevant à 27, j'aurais dû diviser cette classe en 27 ordres, en assignant un ordre distinct pour les mines de chaque métal en particulier; mais comme il y a plusieurs métaux qui ne se sont jusqu'à présent trouvés que dans d'autres mines, il convient de réduire à 23 le nombre des ordres.

Les métaux existent dans les mines dans l'un ou l'autre des cinq états, savoir: 1.° à l'état métallique, soit seuls, soit combinés les uns avec les autres; 2.° en état de combinaison avec le soufre; 3.° à l'état d'oxides; 4.° à l'état de chlorures;

---

[1] Kirwan.

[2] Jameson. II, 401.

5.° en combinaison avec les acides. Ainsi chaque ordre peut être divisé dans les cinq genres suivans.

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Chlorures.
5. Sels.

Il faut cependant observer que chaque métal n'a pas encore été trouvé jusqu'à présent dans tous ces cinq états, et que quelques-uns paraissent difficilement susceptibles de les prendre tous. Il y a donc des ordres auxquels un ou plusieurs de ces genres ne peuvent s'appliquer, ainsi qu'on le verra par la table qui suit.

Ordres.

ORDRE I. — *Or.*

1. Alliages.

ORDRE II. — *Platine.*

1. Alliages.

ORDRE III. — *Palladium.*

1. Alliages.

ORDRE IV. — *Iridium.*

1. Alliages.

ORDRE V. — *Tellure.*

1. Alliages.

ORDRE VI. — *Mercure.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Chlorures

ORDRE VII. — *Argent.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Chlorures.
5. Sels.

ORDRE VIII. — *Cuivre.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Sels.

ORDRE IX. — *Fer.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Sels.

ORDRE X. — *Manganèse.*

1. Oxides.
2. Sels.

ORDRE XI. — *Urane.*

1. Oxides.

ORDRE XII. — *Cérium.*

1. Oxides.
2. Sels.

ORDRE XIII. — *Tantale.*

1. Oxides.

ORDRE XIV. — *Cobalt.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Sels.

ORDRE XV. — *Nickel.*

1. Alliages.
2. Oxides.

ORDRE XVI. — *Molybdène.*

1. Sulfures.

ORDRE XVII. — *Étain.*

1. Sulfures.
2. Oxides.

ORDRE XVIII. — *Titane.*

1. Oxides.
2. Sels.

ORDRE XIX. — *Zinc.*

1. Sulfures.
2. Oxides.
3. Sels.

ORDRE XX. — *Bismuth.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.

ORDRE XXI. *Plomb.*

1. Sulfures.
2. Oxides.
3. Chlorures.
4. Sels.

ORDRE XXII. — *Antimoine.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Sels.

ORDRE XXIII. — *Arsenic.*

1. Alliages.
2. Sulfures.
3. Oxides.
4. Sels.

ORDRE I. — *Mines d'or.*

Si l'on en excepte le fer, il n'y a peut-être pas de métal plus répandu dans la nature, plus largement disséminé à travers les minéraux que l'or*. Jusqu'ici on ne l'a encore trouvé qu'à l'état métallique; il se présente le plus ordinairement en grains, en ramifications, en feuilles ou en petits cristaux. Il se rencontre dans le gneiss, dans le schiste micacé, dans le schiste argileux, et aussi en filons. Il est généralement mêlé avec le quartz, quoiqu'il y ait des exemples qu'il a été trouvé

* Bergman.

dans des roches calcaires. Il n'est pas rare aussi de le voir disséminé dans les mines d'autres métaux, spécialement dans celles de fer, de mercure, de cuivre et de zinc C'est dans les régions les plus chaudes de la terre que l'or existe en plus grande quantité. Il abonde dans les sables de beaucoup de rivières de l'Afrique, et il est très-commun dans l'Amérique méridionale ainsi que dans l'Inde. L'Europe n'est cependant pas dépourvue de ce métal. L'Espagne était célèbre dans les temps anciens par ses mines d'or, et ce métal se trouve dans les sables de plusieurs rivières en France [1]. Mais les principales mines d'or en Europe sont celles de la Hongrie, et après elles, celles de Saltzbourg. On a aussi découvert ce métal en Suède et en Norwège, et plus récemment encore dans le comté de Wicklow en Irlande [2].

Espèce 1.re — *Or natif*[3].

On trouve cette espèce disséminée en grains, en plaques et en petits cristaux, ayant ordinairement la forme de cubes, d'octaèdres et de dodécaèdres rhomboïdaux. Sa cassure est hamiforme. Cet or est tendre, ductile, flexible, mais non élastique. Il est extrêmement pesant. L'or natif n'est jamais parfaitement pur: il est allié avec de l'argent ou du cuivre, et quelquefois avec du fer. Dans l'or natif trouvé en Irlande, la quantité d'alliage paraît être à-la-vérité très-petite. Werner partage cette espèce en trois sous-espèces, selon le métal avec lequel l'or est allié.

Sous-Espèce 1.re — *Or pur.*

Sa couleur est le jaune d'or parfait; il ne contient qu'une très-petite proportion d'argent ou de cuivre. Sa pesanteur spécifique varie de 17,0 à 19,0[4].

Sous-Espèce 2. — *Or natif jaune de laiton.*

Sa couleur est le jaune de laiton; il est allié avec une plus grande proportion d'argent ou de cuivre. J'ai trouvé la pesanteur spécifique d'un échantillon, que j'ai en ma possession,

---

[1] Réaumur, Mém. Par. 1718, p. 68.

[2] Lloyd, Phil. Trans. 1796, p. 36. Mills. *ibid.* p. 38, Nicholson's Journal. II, 224.

[3] Brochant. II, 89. Haüy. III, 374. Jameson. III, 8.

[4] Fabroni assure qu'il se rencontre quelquefois à l'état d'or pur. Ann. de Chim. LXXII, 25.

de 14,4567. En choisissant les morceaux plus grands et en les pesant séparément, leur pesanteur spécifique n'était que de 13,6986. Ce qui prouve qu'ils n'étaient pas entièrement privés d'interstices. En analysant cet échantillon, j'ai reconnu qu'il consistait en

Or.	78
Cuivre.	11,8
Argent	9,48
Perte.	0,72
	100,00

Je me suis assuré, en dissolvant le cuivre dans l'acide sulfurique, qu'il n'était pas exempt de fer; mais comme il avait été précipité par une lame métallique, je ne me suis pas hasardé à placer le fer parmi les parties constituantes de la mine.

Sous-Espèce 3. — *Or natif jaune grisâtre.*

Sa couleur est entre le gris d'acier et le jaune de laiton. On suppose qu'il contient une petite portion de platine; quelquefois il contient du palladium [1].

Espèce 2. — *Electrum* [2].

Le terme *electrum*, assigné par les anciens à un mélange d'or et d'argent, a été donné par Klaproth, à une mine venant de Schlangenberg, en Sibérie, qu'il trouva, par l'analyse, être un composé de ces deux métaux.

Sa couleur est le jaune doré, pâle. Ce minéral se présente en plaques solitaires, en aiguilles, ou en cubes imparfaits, disséminés quelquefois dans un sulfate de barite coloré en gris, quelquefois dans du hornstein.

Ce minéral est composé de

Or.	64
Argent	36
	100

Ordre II. — *Mines de platine* [3].

Il n'a pas été découvert jusqu'ici de mines de platine; ce

[1] Cloud, Ann. de Chim. LXXIV, 99.
[2] Klaproth, Beitrage. IV, 1.
[3] Brownrigg, Phil. Trans. XLVI. 584. Lewis, *ibid.* XLVIII,

métal se trouve en petites écailles ou en grains dans les sables de la rivière Pinto, au Choco, à Popayen, à Quito au Pérou et près de Carthagène dans l'Amérique méridionale. On ne connaît pas son gissement. Il se rencontre aussi au Brésil dans les mines d'argent de ce pays, et à l'état de petits grains, comme au Pérou; il est aussi accompagné des quatre nouveaux métaux, dont on a reconnu la présence dans le platine du Pérou [1].

GENRE I. — *Alliages de platine.*

ESPÈCE 1. — *Platine natif.*

Sa couleur est d'un gris d'acier très-clair approchant du blanc d'argent; il se rencontre en petits grains, qui sont quelquefois un peu convexes d'un côté : son éclat est le brillant, c'est l'éclat métallique; sa cassure est indéterminée; ce métal est tendre, malléable, flexible; sa pesanteur spécifique n'excède jamais 17,7 [2]. Il est soluble dans l'acide hydro-chloro-nitrique.

ORDRE III. — *Mine de palladium.*

Le palladium a été découvert par Wollaston dans le platine natif venant du Brésil. Il se rencontre en petites plaques, dont la couleur ressemble à celle du platine natif, mais il se distingue aisément par sa contexture, qui est en fibres divergentes. Il contient, à l'état d'union avec lui, une petite portion de platine et d'iridium [3].

638, et L, 148. Margraff, Mém. Berlin, 1757, p. 314. Macquer, Mém. Par. 1758, p. 119. Buffon, Journ. de Phys III, 324. Morveau, *ibid.* VI, 193. Bergman, Opusc. II, 166. Tillet, Mém. Par. 1779, p. 373, 385 et 545. Crell, Crell's Annals, 1784. 1 band. 328. Willis, Manchester Memoirs. II, 467. Mussin-Puschkin, Ann. de Chim. XXIV, 205. Morveau, *ibid.* XXV. Proust, *ibid.* XXXVI, 146. Brochant. II, 86. Haüy. III, 368. Jameson. II, 100.

[1] Wollaston, Phil. Mag. XXXIII, 250. Vauquelin a découvert la présence du platine dans la mine d'argent de Guadalcanal en Estramadure, province d'Espagne. Dans la gangue de cette mine, le platine est à l'état métallique; quelquefois en quantité très-petite, quelquefois jusque dans la proportion de dix pour cent. Le platine ne se trouve mêlé dans cette mine avec aucun des quatre métaux nouvellement découverts, qui accompagnent le platine dans la mine du Pérou. C'est le premier exemple bien authentique de la découverte du platine dans l'ancien continent. Ann. de Chim. LX, 317.

[2] Wollaston.

[3] *Ibid.* Phil. Trans. 1809, p. 189.

Ordre IV. — *Mine d'iridium.*

On n'a jusqu'à présent trouvé cette mine qu'à l'état de mélange avec le platine, et en grains qui ressemblent assez à ceux de la mine de ce dernier métal pour qu'il soit à peine possible de les distinguer à la vue. La découverte en est due au docteur Wollaston, qui traita le platine brut en quantités considérables avec l'acide hydro-chloro-nitrique. La mine d'iridium sur laquelle ce menstrue n'a point d'action, reste sans avoir été attaquée. Situation.

La mine d'iridium est plus dure que le platine brut : elle n'est pas malléable, et paraît être formée de plaques, ayant un éclat particulier. Sa pesanteur spécifique est de 19,5. C'est un composé d'osmium et d'iridium alliés ensemble[1].

Ordre V. — *Mines de Tellure* [2].

On n'a trouvé jusqu'à présent le tellure que dans les mines de Fatzbay, Offenbanya et Nagyag, en Transilvanie, que l'on considère comme des mines d'or, parce qu'elles contiennent plus ou moins de ce métal. Le tellure n'a été rencontré qu'à l'état métallique, combiné avec l'or, l'argent ou le plomb. Il y a quatre mines de tellure, que l'analyse de Klaproth a fait distinguer l'une de l'autre, savoir :

I. *Alliages.*

1. Tellure natif.
2. Mine graphique.
3. Mine blanche ou jaune.
4. Mine lamelleuse ou noire.

Genre I. — *Alliages.*

Espèce 1.re — *Tellure natif*[3].

Aurum paradoxicum, problematicum.

Ce minéral n'a encore été trouvé que dans la mine de Mariahilf, dans les montagnes de Fatzbay en Transilvanie. Il se rencontre en masse et disséminé; et aussi, dit-on, cristallisé. Il est peu éclatant, d'un éclat métallique. La cassure est lamelleuse. Il se présente en concrétions distinctes grenues, à petits grains. Il est tendre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 5,73 à 6,115 [4].

---

[1] Wollaston, Phil. Trans. 1805.
[2] Klaproth. III, 1.
[3] *Ibid.*, p. 2. Brochant, II, 480. Haüy, IV, 325. Jameson, III, 461.
[4] Klaproth.

ESPÈCE 2. — *Mine graphique*[1].

Schrifterz. Aurum graphicum.

Cette espèce n'a encore été observée que dans la mine appelée Franciscus, à Offenbanya en Transilvanie. Elle est ordinairement en petits cristaux prismatiques, groupés par rangées, et disposés souvent de manière à avoir quelque ressemblance avec des lignes d'écriture. La couleur est d'un gris d'acier clair. A l'extérieur, ce minéral est très-éclatant, à l'intérieur, il est peu éclatant : c'est l'éclat métallique. La cassure est inégale, à grains fins ; les fragmens sont à bords aigus. Cette espèce est tendre, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 5,723.

ESPÈCE 3. — *Mine blanche ou jaune*[2].

Gelberz de Klaproth.

Ce minéral n'a encore été trouvé que dans la mine de Nagyag en Transilvanie. Il semble avoir une grande ressemblance avec la dernière espèce. Il se rencontre disséminé ou cristallisé en petits prismes à 4 pans. Sa couleur est le blanc d'argent, passant au jaune de laiton. La cassure principale est très-éclatante ; la cassure en travers est peu éclatante : c'est l'éclat métallique. La cassure est lamelleuse dans une direction, et inégale à petits grains dans l'autre. Cette espèce est tendre, un peu ductile. Sa pesanteur spécifique est de 10,678.

En supposant cette espèce mêlée accidentellement avec du plomb, la composition de cette mine coïnciderait avec celle de la dernière espèce.

ESPÈCE 4. — *Mine lamelleuse ou mine noire*[3].

Cette mine se trouve à Nagyag, où elle est exploitée pour en retirer l'or qu'elle contient. Elle se rençontre en lames, ou en tables à 6 faces, minces, un peu allongées. La couleur tient le milieu entre le gris de plomb et le noir de fer. A l'extérieur, cette espèce est très-éclatante ; à l'intérieur, elle

---

[1] Klaproth, III, 16. Brochant, II, 482. Haüy, IV. 327. Jameson, III, 464.
[2] *Ibid.* III, 20. Brochant, II, 485. Jameson, III, 466.
[3] *Ibid* III, 26. Brochant, II, 486. Jameson, III, 468.

est peu éclatante : c'est l'éclat métallique. La cassure est lamelleuse ; les fragmens sont en plaques. Elle se présente en concrétions distinctes grenues. Elle est un peu tachante, tendre, légèrement flexible. Sa pesanteur spécifique est de 8,918. Elle est soluble dans les acides avec effervescence.

La table qui suit présente les parties constituantes de ces mines, d'après l'analyse de Klaproth.

	Natif.	Graphique.	Jaune.	Lamelleuse.
Tellure.....	92,55[1]	60[2]	44,75[3]	32,2[4]
Or	0,25	30	26,75	9,0
Fer.	7,20	—	—	—
Argent	—	10	8,50	0,5
Plomb	—	—	19,50	54,0
Cuivre.....	—	—	—	1,3
Soufre	—	—	0,50	3,0
	100,00	100	100,00	100,0

ORDRE VI. — *Mines de Mercure.*

On trouve le mercure en Europe, particulièrement en Espagne, en Allemagne et dans la Hongrie. Il se rencontre aussi à la Chine[5] dans les îles Philippines[6], au Pérou, et peut-être au Chili[7] dans l'Amérique méridionale. Les mines de mercure les plus riches sont celles d'Idria[8], d'Almaden, près de Cordoue en Espagne, qui furent exploitées par les Romains[9]; celles du Palatinat[10], et de Guanca Velica au Pérou[11].

On n'a pas trouvé jusqu'à présent le mercure en Angleterre; et en France il n'en a pas été découvert de mine qui mérite d'être exploitée.

On a présenté, dans la table qui suit, toutes les mines de ce métal observées jusqu'à présent.

---

[1] Beitrage, III, 8.
[2] *Ibid.*, p. 20.
[3] *Ibid.* p. 25.
[4] *Ibid.* p. 32.
[5] Voyez les Lettres édifiantes d'Entrecolle.
[6] Voy. les Voyages de Carreri.
[7] Voy. Molina's natural History of Chili.
[8] Scopoli, Journ. des Min. N.° XXXIV, p. 915.
[9] Bowle's natural History of Spain, et Journ. des Min. N.° XXXI, p. 335.
[10] Journ. des Min. N.os VI et VII.
[11] Ulloa's Memoirs concerning America.

Table des espèces.

I. — *Alliages.*

1. Mercure natif. 2. Amalgame d'argent.

II. — *Sulfures.*

1. Cinabre. 2. Carbo-sulfure.

III. — *Chlorures.*

1. Mercure corné. (Chlorure de mercure).

C'est du sulfure de mercure que s'extrait en plus grande partie le mercure du commerce; ce métal se rencontre dans deux formations distinctes; savoir, en couches, dans des montagnes primitives, parmi des roches de schiste argileux, de schiste talqueux et de schiste chlorite; et dans la formation houilleuse indépendante.

Genre I. — *Alliages.*

Espèce 1.re — *Mercure natif*[1].

Le mercure natif se trouve dans la plupart des mines mercurielles: il est en petits globules, disséminés à travers différentes espèces de pierres, d'argiles et de mines.

Il est fluide, de couleur du blanc d'étain; sa pesanteur spécifique est d'environ 13,6.

Espèce 2. — *Amalgame d'argent*[2].

Amalgame natif.

On a trouvé ce minéral dans la mine de plomb de Sala[3], dans la province de Westmanie en Suède; dans les mines de Deux-Ponts[4], dans le Palatinat; et en d'autres lieux. Il est en lames minces, ou en grains, ou cristallisé en octaèdres et en dodécaèdres.

Sa couleur varie entre le blanc d'argent et le gris. Sa cassure est conchoïde; son éclat est métallique; il craque lorsqu'on le coupe; il est très-tendre: sa pesanteur spécifique excède 10; il donne à l'or une teinte blanche. Traité au chalumeau, le mercure se volatilise, et laisse l'argent.

---

[1] Brochant, II, 96. Haüy, III, 423. Jameson, III, 20.

[2] Kirwan, II, 223. Brochant, II, 99. Haüy, III, 432. Jameson, III, 23.

[3] Cronstedt's Min.

[4] Heyer, Crell's Annals. 1790.

Un échantillon de cet amalgame, que Klaproth analysa, contenait :

64 Mercure.
36 Argent.

100 [1]

Suivant Cordier, il est composé de

72,5 Mercure.
27,5 Argent.

100,0 [2]

Quelquefois il contient un mélange d'alumine, et quelquefois aussi le mercure est en si grande proportion, que l'amalgame est à-peu-près à l'état de pâte.

Genre II. — *Sulfures.*

Espèce 1.re — *Cinabre natif* [3].

Le cinabre natif se trouve dans presque toutes les mines mercurielles : il est quelquefois en filons, d'autres fois disséminé, ou en grains, ou cristallisé. On le divise en deux sous-espèces, qui se distinguent principalement par leur couleur.

Sous-Espèce 1.re — *Cinabre rouge foncé.*

Sa couleur est un rouge de cochenille, qui passe tantôt au gris de plomb, et tantôt au rouge de carmin. On le trouve en masse, disséminé, et cristallisé en rhombes obtus, en tables à six faces, en prismes hexaèdres, tétraèdres, et octaèdres [4]. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Haüy, le prisme hexaèdre régulier. A l'intérieur, il est peu éclatant : c'est l'éclat du diamant ; sa cassure est quelquefois inégale, à grains fins; quelquefois elle est unie et conchoïde ; et quelquefois aussi elle est lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus ; la variété en masse est opaque ; les cristaux sont translucides. Ce cinabre donne une raclure rouge écarlate et éclatante. Il est très-tendre, se laissant couper au couteau ; très-aisément frangible ; sa pesanteur spécifique est de 6,902 à 8,160.

---

[1] Beitrage, I, 183.
[2] Phil. Mag. XIV, 41.
[3] Kirwan, II, 228. Brochant, II, 106. Haüy, III, 437. Jameson, III, 32.
[4] Romé de Lisle, III, 154.

Sous-Espèce 2. — *Cinabre d'un rouge vif.*

Sa couleur est un rouge écarlate vif. On le trouve en masse ou disséminé; à l'intérieur, il est brillant; dans sa cassure en travers, il est mat. Sa cassure est ou terreuse ou fibreuse; la cassure en travers est terreuse; les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il est opaque; il devient éclatant par la raclure; il est tachant, très-tendre, se laissant couper au couteau; très-aisément frangible. Il est pesant.

Espèce 2. — *Mine hépatique* ou *carbo-sulfure*[1].

Cette mine se partage en deux sous-espèces, distinguées principalement par leur cassure.

Sous-Espèce 1.re — *Mercure hépatique compacte.*

Il se rencontre le plus communément dans les mines d'Idria, et toujours amorphe; il est souvent mêlé avec le mercure natif et le cinabre. On le trouve en masse; sa couleur tient le milieu entre le rouge de cochenille foncé et le gris de plomb foncé. Il prend de l'éclat par la raclure, et donne une poussière d'un rouge cochenille foncé; sa cassure est unie. Il est opaque. A l'intérieur, il est peu éclatant, c'est l'éclat demi-métallique; il est tendre, se laissant couper au couteau, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 7,100[2] à 7,186[3]. Lorsqu'on le chauffe, le mercure s'évapore; il est insoluble dans l'acide nitrique, et se dissout dans l'acide hydrochlorique[4].

Sous-Espèce 2. — *Mercure hépathique schisteux.*

On le rencontre à Idria, à Almaden en Espagne, et en Sibérie: sa couleur est la même que celle de la sous-espèce précédente. On le trouve en masse; l'éclat de la cassure principale est le peu éclatant; l'éclat de sa cassure en travers est le brillant, c'est l'éclat demi-métallique; la cassure principale est schisteuse, à feuillets épais et courbes; la cassure en travers est inégale. Ses fragmens sont schisteux. Cette sous-espèce est très-aisément frangible. Sous

---

[1] Kirwan, II, 224. Brochant, II, 104. Jameson, III, 29. Klaproth, Gehlen's Journ. V, p. 437.
[2] Klaproth.
[3] Kirwan.
[4] Journ. de Phys. XXIV, 61.

tous les autres rapports, elle se rapporte à celle qui précède.

Dobereiner considère cette mine comme étant un composé de mercure avec du sulfure de carbone [1]. Ses parties constituantes correspondent à-peu-près à la supposition qu'elle est formée de 2 atômes de sulfure de carbone et de 1 atôme de mercure.

La table qui suit présente les parties constituantes de ces espèces, d'après les analyses les plus récentes qui en aient été faites.

	Cinabre.			Mercure hépatique.
Mercure	81,0 [2]	84,50 [3]	85,00 [4]	81,80 [5]
Soufre	15,2	14,75	14,25	13,75
Charbon	—	—	—	2,30
Silice	—	—	—	0,65
Alumine	—	—	—	0,55
Fer	4,7	—	—	0,20
Cuivre	—	—	—	0,02
Eau	—	—	—	0,73
Perte	—	0,75	0,75	—
	100,9	100,00	100,00	100,00

Genre III. — *Chlorures.*

Espèce 1.re — *Mine de Mercure.*

Cornée [6]. *Chlorure de mercure.*

Ce fut Woulfe qui découvrit le premier ce minéral dans les mines du Palatinat; on l'a trouvé depuis à Idria, en Espagne, et dans d'autres lieux. Sa couleur est le gris de cendre, passant au gris jaunâtre, au blanc grisâtre, et quelquefois elle tire sur le gris verdâtre. On le trouve ordinai-

---

[1] Schweigger's Journal. XII, 220.
[2] Lampadius, Handbuch zur Chem. Anal. p. 260.
[3] Du Japon. Klaproth, Gehlen's, Journ. V, 435.
[4] De Neumarktel. Klaproth, *ibid.*, p. 436.
[5] D'Idria, Klaproth, *ibid.* p. 440.
[6] Scopoli, Journ. des Min. N.° XXXVI, 919. Kirwan, II, 266. Brochant, II, 101. Haüy, III, 447. Jameson, III, 26.

rement en petites vésicules cristallisées à l'intérieur. Les cristaux sont des prismes rectangulaires tétraèdres, terminés par des sommets rhomboïdaux à quatre faces. Les cristaux sont très-petits. Cette mine, à l'extérieur, est très-éclatante, c'est l'éclat du diamant; sa cassure est lamelleuse à lames droites; ce minéral se présente quelquefois en concrétions distinctes grenues à grains fins; il est translucide, au-moins sur les bords; il ne change point par sa raclure; il est tendre, se laissant couper au couteau, et aisément frangible. Traité au chalumeau, il se volatilise.

Woulfe découvrit que cette mine contient généralement de l'acide sulfurique [1].

Les parties constituantes de ce minéral sont, d'après l'analyse de Klaproth, de

Oxide de mercure	76,0
Acide hydrochlorique	16,4
Acide sulfurique...........	7,6
	100,0 [2]

Ordre VII. — *Mines d'argent.*

L'argent, ainsi que l'or, se rencontre le plus abondamment dans les régions des tropiques. Il existe ordinairement dans les formations primitives les plus récentes, et la plupart de ses espèces n'ont été trouvées qu'en filons. On a formé la table qui suit des différentes mines de ce métal actuellement connues.

Table des espèces.

I. *Alliages.*

Argent natif.
— Aurifère.
— Antimonial.
— Arsenical.
— Bismuthique.

II. *Sulfures.*

Sulfure ordinaire.
— Antimonial.
Mine d'argent blanche.

III. *Oxides.*

Mine d'argent rouge.

[1] Phil. Trans. LXVI, 618.
[2] Cité par le professeur Jameson; Minéralogie. III, 28.

IV. *Chlorures.*

Argent corné. (Chlorure d'argent).

V. *Sels.*

Carbonate.

GENRE I. — *Alliages d'argent.*

ESPÈCE 1.re — *Argent natif*[1].

L'argent natif, ainsi appelé parce que ce métal est presque à l'état de pureté, constitue la partie principale de quelques-unes des mines d'argent les plus riches du globe. Il est quelquefois en petites masses; quelquefois cristallisé en cubes, en hexaèdres, en octaèdres, ou en dodécaèdres : quelquefois il est en feuilles, ou en fils tellement réunis entre eux, qu'ils ressemblent à des branches d'arbres : on les connaît alors sous le nom de *dendrites.* L'argent des mines célèbres du Potosi est sous cette dernière forme. Au moment où il vient d'être extrait, il a l'apparence de petites branches de sapin[2].

Sa couleur est le blanc d'argent natif, souvent terni. Son éclat est métallique; sa cassure est hamiforme. Il est plus dur que l'or; il est malléable. Sa pesanteur spécifique est de 10 à 10,338.

L'argent de cette espèce est presque constamment allié des 0,03 aux 0,05 avec quelque autre métal; souvent avec l'or, l'arsenic, ou l'antimoine.

ESPÈCE 2. — *Argent aurifère*[3].

Cet alliage est rare. On le trouve à Konigsberg en Norwège, et à Schlangenberg en Sibérie. Sa couleur est le blanc jaunâtre; son éclat est métallique. Il est tendre, malléable; sa pesanteur spécifique excède 10,6.

ESPÈCE 3. — *Argent antimonial*[4].

Cet alliage se rencontre dans les mines d'argent d'Espagne

---

[1] Kirwan, II, 108. Calling, Act. liter. Sueciæ, 1738, p. 420. Brochant, II, 114. Haüy, III, 384. Jameson. III, 43.

[2] Bergman, Phys. géogr. Journ. des Min. N.° XVI, p. 26.

[3] Brochant, II, 114. Jameson, III, 52.

[4] Kirwan, II, 110. Brochant, II, 119. Klaproth, III, 173. Haüy, III, 391. Jameson, III, 53.

et d'Allemagne ; il est quelquefois en grains ou en masses ; quelquefois il est cristallisé en prismes tétraèdres ou hexaèdres, dont les côtés sont striés longitudinalement [1].

Sa couleur tient le milieu entre le blanc d'argent et le blanc d'étain; son éclat est métallique Il est tendre. Sa pesanteur spécifique est de 9,4406 [2], à 10 [3]. Sa cassure est parfaitement lamelleuse. Il se présente en concrétions distinctes grenues, se laisse couper au couteau; il est aisément frangible. Traité au chalumeau, l'antimoine s'évapore en une fumée grise, et laisse une scorie brunâtre qui colore le borax en vert. Si l'on emploie d'abord le borax, on peut obtenir un grain d'argent.

On supposa que cet alliage contenait de l'arsenic, jusqu'à ce qu'ayant été examiné par Bergman, il n'y reconnut que de l'argent et de l'antimoine [4].

ESPÈCE 4. — *Mine d'argent arsenical* [5].

Cette mine est très-rare : on ne l'a encore trouvée principalement jusqu'à présent qu'à Andreasberg au Hartz. Sa couleur est le blanc d'étain. On trouve ce minéral disséminé en masses globuleuses, ou cristallisé en prismes et en pyramides hexaèdres ; son éclat est métallique, sa cassure est lamelleuse. Il est tendre, se laissant couper au couteau, et aisément frangible ; il est très-pesant. Traité au chalumeau, l'arsenic se volatilise, et il reste un grain d'argent.

ESPÈCE 5. — *Mine d'argent bismuthique* [6].

Ce minéral n'a encore été trouvé jusqu'à présent que dans une mine de la forêt noire. Sa couleur est le gris de plomb pâle. Il se rencontre disséminé, et quelquefois cristallisé en cristaux capillaires. Il est peu éclatant, d'un éclat métallique. Sa cassure est inégale, à grains fins. Il est tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible.

La table qui suit présente les parties constituantes de celles

---

[1] Romé de Lisle, III, 461.
[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XXX, 473.
[3] Kirwan, II, 11.
[4] Opusc. II, 415
[5] Kirwan, II, 111. Brochant, II, 122. Haüy, III, 396. Jameson, III, 56.
[6] Jameson, III, 58.

des espèces précédentes qui ont été soumises à l'analyse chimique.

	Argent aurifère.	Mine d'Argent antimonial.				Argent arsenical.	Mine d'argent bismuthique.
	1	2	2	2	3	4	5
Argent.......	72	84	77	76	78	12,75	15
Or..........	28	—	—	—	—	—	—
Antimoine....	—	16	23	24	22	4	—
Plomb.......	—	—	—	—	—	—	33
Arsenic......	—	—	—	—	—	35	—
Bismuth......	—	—	—	—	—	—	27
Fer..........	—	—	—	—	—	44,25	4,3
Cuivre.......	—	—	—	—	—	—	0,9
Soufre.......	—	—	—	—	—	—	16,3
Perte........	—	—	—	—	—	4	3,5
	100	100	100	100	100	100,00	100,0

GENRE II. — *Sulfures d'argent.*

ESPÈCE 1re. — *Sulfure d'argent ordinaire*[6].

Mine d'argent vitreuse.

Ce sulfure se rencontre dans les mines d'argent de l'Allemagne et de la Hongrie. Il est en masse, quelquefois filiforme et quelquefois cristallisé. Ses cristaux sont, ou des cubes, ou des octaèdres, ou des dodécaèdres rhomboïdaux, dont les angles et les bords sont diversement tronqués. On trouve la description des variétés de ces troncatures dans Romé de Lisle[7] et dans Haüy[8].

Sa couleur est le gris de plomb noirâtre foncé, souvent terni; son éclat à l'intérieur est métallique : sa cassure est

[1] Fordyce, Phil. Trans, 1776, p. 532.
[2] Klaproth, Beitrage, II, 301; et III, 175.
[3] Vauquelin, Haüy, III, 392.
[4] Klaproth, Beitrage, I, 187.
[5] *Ibid* II, 297.
[6] Kirwan, II, 115. Brochant, II, 134. Haüy, III, 398. Jameson, III, 68.
[7] Cristal. III, 441.
[8] Miner. III, 399.

inégale, à petits grains. Il est tendre; il se laisse couper au couteau aussi facilement que le plomb. Il est flexible et malléable; sa pesanteur spécifique est de 6,909[1] à 7,215[2]. Exposé à une douce chaleur, le soufre s'évapore; chauffé au rouge, il se fond.

Espèce 2. — *Sulfure antimonial*[3].

Mine d'argent aigre.

On trouve principalement ce sulfure en Saxe et en Hongrie. Il est toujours en filons, et accompagne ordinairement la mine d'argent rouge foncé. Sa couleur tient le milieu entre le noir de fer et le gris de plomb foncé. Il est en masse, et cristallisé en prismes hexaèdres, en lentilles, et en tables à quatre faces diversement tronquées. A l'extérieur, il est très-éclatant; à l'intérieur, il est peu éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est inégale, à gros grains et à grains fins : la cassure des cristaux est imparfaitement conchoïde, à petites cavités; il ne change par sa raclure ni de couleur ni d'éclat; il est tendre, aigre, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 7,208[4]. Au chalumeau, le soufre et l'antimoine se dissipant, il reste un grain métallique, dont on peut séparer le fer en le faisant fondre avec le nitrate de potasse et le borax.

Espèce 3. — *Mine d'argent blanche*[5].

Cette espèce se trouve en assez grande quantité *dans la* mine d'Himmelfurst en Saxe : sa couleur est un gris de plomb clair; elle se trouve en masse. Son éclat à l'intérieur est le peu éclatant, c'est un éclat métallique; sa cassure est communément unie. Ce minéral est tendre, se laissant légèrement couper au couteau, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique, suivant Gmelin, est de 5,322.

La table qui suit présente le résultat de l'analyse des espèces qui appartiennent à ce genre.

---

[1] Brisson.
[2] Gellert.
[3] Kirwan, II, 117. Brochant, II, 138. Haüy, III, 416. Jameson, III, 74.
[4] Gellert.
[5] Kirwan, II, 119. Brochant, II, 150. Jameson, II, 174.

	Sulfure.			Sulfure antimonial.	Mine d'argent blanche.	
Argent.	84,81 [1]	85 [1]	84 [2]	66,5 [3]	20,40 [4]	9,25 [4]
Soufre	14,19	15	16	12,0	12,25	22,00
Antimoine. . .	—	—	—	10,0	7,88	21,50
Plomb.	—	—	—	—	48,06	41,00
Fer.	—	—	—	5,0	2,25	1,75
Arsenic.	—	—	—	0,5	—	—
Silice.	—	—	—	1,0	0,25	0,75
Alumine. . . .	—	—	—	—	7,00	1,00
Perte.	1,00	—	—	5,0	1,91	2,75
	100,00	100	100	100,0	100,00	100,00

Genre III. — *Oxides.*

Espèce 1.re — *Mine d'argent rouge* [5].

L'argent rouge se rencontre très communément dans plusieurs mines d'argent de l'Allemagne. On le trouve en masse, disséminé, et cristallisé. Werner partage cette espèce en deux sous-espèces, qui se distinguent par leur couleur et leur situation géognostique. La seconde de ces sous-espèces est ordinairement accompagnée d'arsenic natif, de mine de cobalt blanc, d'orpiment (sulfure d'arsenic), et de sulfate de barite. La première sous-espèce est accompagnée de galène, de sulfure antimonial d'argent, de quartz, de spath calcaire, et de pyrites.

Sous-Espèce 1.re — *Argent rouge foncé.*

Sa couleur tient le milieu entre le rouge de cochenille et le gris de plomb. On le trouve en masse, disséminé, et cristallisé en prismes équiangles à six faces, souvent diversement tron-

---

[1] Klaproth, Beitrage, I, 172.
[2] Sage, Haüy, III, 398.
[3] Klaproth, Beitrage, I, 166. L'arsenic contient un peu de fer.
[4] *Ibid.* p. 172 et 175.
[5] Kirwan, II, 123. Scopoli *de minera argenti rubra.* Sage, Journ. de Phys. XXXIV, 331; et XLI, 370; et Nouv. Journ. de Phys. II, 284. Westrumb. Journ. de Phys. XLIII, 291. Klaproth, Beitrage, I, 141. Brochant, II, 143. Haüy, III, 402. Proust, Journ. de Phys. LIX, 403. Jameson, III, 77.

qués. Sa forme primitive est un rhomboïde obtus, dont les angles plans sont de 104°,28′, et 75°,32′, et les incidences des faces de 109°,28′, et 70°,32′[1]. A l'extérieur, ce minéral est très-éclatant; cet éclat est quelquefois métallique, et quelquefois c'est celui du diamant; à l'intérieur, il est communément peu éclatant, c'est un éclat métallique ou demi-métallique. La cassure est ordinairement inégale, tantôt à gros grains, tantôt à petits grains. Celle des variétés cristallisées est imparfaitement conchoïde, à petites cavités. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Dans les variétés en masse, cet argent est opaque; dans les cristaux, il est demi-transparent. Il prend par la raclure une couleur rouge de cochenille. Il est tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 5,563 à 5,608. L'argent rouge, traité au chalumeau, décrépite; il se fond ensuite avec un léger bouillonnement, en répandant une fumée épaisse, qui donne une couleur jaune au charbon, et en laissant un bouton d'argent.

Sous-Espèce 2. — *Argent rouge clair.*

Sa couleur passe du rouge de carmin à celle tenant le milieu entre le rouge de cochenille et le gris de plomb. On le trouve en masse, disséminé, ou cristallisé en prismes aigus à six faces, qui sont souvent diversement tronqués. Son éclat à l'intérieur varie du très-éclatant au peu éclatant. Il est de la nature de celui du diamant; sa cassure est ordinairement imparfaitement conchoïde à petites cavités, passant quelquefois à une cassure inégale à gros et petits grains, et quelquefois à une cassure imparfaitement lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés, à bords assez aigus. Les variétés en masse sont translucides sur les bords. Les cristaux sont transparens; la raclure est d'un rouge aurore; cet argent est tendre, se laissant couper au couteau, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 5,443 à 5,592. Il devient électrique par le frottement, mais seulement lorsqu'il est isolé[2]. Il est soluble dans l'acide nitrique sans effervescence[3]. Traité au chalumeau, il se fond, noircit et brûle avec une flamme bleue, en répandant une fumée blan-

[1] Haüy, III, 403.
[2] Haüy, Journ. des Min. XXX, 476.
[3] *Ibid.* XXXI, 518.

che qui a une légère odeur d'ail; il laisse un bouton d'argent [1].

On a été pendant bien long-temps dans l'incertitude sur la composition de cette mine. Les anciens chimistes la considéraient comme étant une combinaison d'argent, d'arsenic et de soufre; et dans plusieurs parties de son ouvrage, Bergman nous indique ces corps comme ses constituans [2]. Klaproth l'analysa en 1793, et il n'y reconnut que de l'argent, du soufre, de l'antimoine et de l'oxigène [3]. Vauquelin confirma bientôt après cette découverte, et fit voir par ses expériences, que les métaux dans la mine d'argent rouge étaient à l'état d'oxides [4]. Il fondait son opinion à cet égard, sur la propriété qu'a la mine de se dissoudre dans l'acide nitrique sans effervescence, fait dont Proust a dernièrement contesté la vérité. Ce dernier chimiste a fait voir qu'il y avait deux espèces de mine d'argent rouge; l'une contenant de l'arsenic, et l'autre de l'antimoine [5]. Quoiqu'il n'ait pas décrit les échantillons qu'il avait soumis à l'analyse, plusieurs circonstances semblent cependant rendre probable que la première de nos sous-espèces est celle qui contient de l'arsenic, et que c'est dans la seconde qu'on trouve de l'antimoine.

On a présenté, dans la table qui suit, les résultats des différentes analyses qui ont été faites jusqu'ici de cette mine.

Argent.	60,0 [6]	62,0 [6]	54,27 [7]	56,67 [7]	61,0 [8]	— [9]	— [9]
Antimoine.	20,3	18,5	16,13	16,13	19,0	—	—
Arsenic.	—	—	—	—	1,9	—	—
Soufre.	11,7	11,0	17,75	15,07	11,1	—	—
Oxigène.	—	—	11,85	12,13	—	—	—
Acide sulfurique.	8,0	8,5	—	—	7,0	—	—
Sulfate d'argent.	—	—	—	—	—	58	74,35
——— d'antimoine.	—	—	—	—	—	33	—
——— d'arsenic.	—	—	—	—	—	—	25,00
Oxide de fer.	—	—	—	—	—	3	0,65
Sable.	—	—	—	—	—	3	—
Eau et perte.	—	—	—	—	—	3	—
	100,0	100,0	100,00	100,00	100,0	100	100,00

[1] Vauquelin, Journ. des Mines. [2] Sciagraphia, traduct. anglaise, p. 80. Opusc. II, 298. [3] Beitrage, I, 141. [4] Journ. des Min. N.° XVII, 1. [5] Journ. de Phys. LIX, 403. [6] Klaproth, Beitrage, I, 155. [7] Vauquelin, Journ. des Min N.° XVII, p. 4 et 7. [8] Lampadius, Handbuch zur chemischen Analyse der mineral Korper. [9] Proust, Journ de Phys. LIX, 407 et 409.

Les analyses de Proust diffèrent essentiellement de toutes les autres, puisqu'elles donnent les parties constituantes métalliques à l'état de métaux purs, et non à celui d'oxides.

GENRE IV. — *Chlorures.*

ESPÈCE I.re — *Argent corné*[1] (*Chlorure d'argent*).

Cette mine se rencontre à Johanngeorgenstadt en Saxe, dans l'Amérique méridionale, etc. Elle est toujours en filons, et communément dans la partie supérieure; elle est souvent amorphe, quelquefois presque à l'état pulvérulent, et quelquefois cristallisée en cubes ou en parallélipipèdes.

Sa couleur est le plus ordinairement d'un gris de perle de tous les degrés d'intensité. Exposé à la lumière, cet argent brunit. A l'intérieur, il est peu éclatant, c'est un éclat gras; à l'extérieur, il est très-éclatant. Il acquiert de l'éclat par la raclure; il est translucide. Sa cassure tient le milieu entre la cassure inégale, à grains fins, et la cassure imparfaitement conchoïde applatie. Cet argent est tendre, flexible, malléable, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 4,745[2] à 4,804[3].

L'argent corné traité au chalumeau, se fond très-promptement, et s'évapore peu-à-peu; mais on peut le réduire en ajoutant un alcali.

On sait depuis long-temps que cette mine contient de l'acide hydrochlorique. Woulfe reconnut le premier qu'il s'y trouvait aussi de l'acide sulfurique[4]. Cette découverte a été confirmée par Klaproth, qui trouva, par l'analyse, cette mine composée ainsi qu'il suit; savoir :

Parties constituantes.	Argent	67,75
	Oxigène	6,75
	Oxide de fer...........	6,00
	Acide hydrochlorique...	14,75
	Acide sulfurique	0,25
	Alumine	1,75
		97,25[5]

[1] Kirwan, II, 113. Laxmann. Nov. comm petropol. XIX, 482. Monnet, Mém. sav. étrang IX, 717. Brochant, II, 127. Haüy, III, 418. Jameson, III, 60.

[2] Brisson.

[3] Gellert.

[4] Phil. Trans. 1776.

[5] Beitrage, I, 134.

On ne doit considérer l'alumine que comme à l'état de mélange avec la mine. Quelquefois la quantité qui s'y trouve, s'élève aux 0,67 du tout [1]. Klaproth a publié l'analyse d'une variété de cette mine venant du Pérou, qui diffère sensiblement de l'espèce précédente.

Sa couleur est le blanc grisâtre et le blanc verdâtre, passant au vert olive clair. On la rencontre en masse. Elle est très-éclatante, de l'éclat du diamant. Sa cassure est conchoïde; les fragmens sont indéterminés. Elle se présente en concrétions distinctes grenues, petites et grandes. Cette variété est translucide, très-tendre, parfaitement malléable, très-pesante. D'après l'analyse de Klaproth, elle est composée de

Argent..................	76,0
Oxigène.................	7,6
Acide hydrochlorique.....	16,4
	100,0 [2]

Genre V. *Sels.*

Espèce 1re. — *Carbonate d'argent* [3].

Ce fut M. Selb qui découvrit cette mine en 1788, dans la mine de Winceslas en Souabe. Elle se présente tantôt en masse, et tantôt disséminée à travers d'autres minéraux.

Sa couleur est d'un noir grisâtre. Sa raclure est éclatante, et son éclat métallique. Sa cassure est inégale. Cet argent est tendre et aigre. Sa pesanteur spécifique est considérable. Il fait effervescence avec les acides. Il se fond aisément au chalumeau. Il écume avec le borax. Il contient, selon M. Selb :

Parties constituantes.

Argent..................	72,5
Carbonate d'antimoine....	15,5
Acide carbonique........	12,0
	100,0 et un peu de cuivre.

Ordre VIII. — *Mines de cuivre.*

Le cuivre est un des métaux le plus généralement répandus, et il se rencontre dans une grande variété d'états. On

---

[1] Beitrage, I, 137.
[2] Beitrage, IV, 10.
[3] Kirwan, II, 112. Brochant II, 155.

le trouve dans presque toute formation ; mais plus fréquemment dans la formation primitive plus nouvelle, que dans celle d'une date postérieure. Il est le plus communément en filons; mais il existe abondamment aussi en couches.

La table qui suit nous présente l'état de toutes les mines de ce métal qui ont été décrites jusqu'à présent.

Table des espèces.

I. *Alliages.*

1. Cuivre natif.

II. *Sulfures.*

1. Sulfure de cuivre ordinaire.
2. Mine de cuivre panachée.
3. Cuivre pyriteux.
4. Mine de cuivre blanche.
5. Cuivre gris.
6. Cuivre noir.

III. *Oxides.*

1. Cuivre rouge.
2. Mine de cuivre couleur de brique.
3. Cuivre noir.

IV. *Sels.*

1. Carbonate anhydre.
2. Carbonate bleu.
3. Malachite.
4. Vert montagne.
5. Vert montagne ferrugineux.
6. Silicate.
7. Carbo-silicate.
8. Cuivre arseniaté.
   — lamelleux.
   — lenticulaire.
   — de couleur olive.
9. Arseniate martial.
10. Hydrochlorate.
11. Phosphate.
12. Sulfate.

GENRE Ier. — *Alliages.*

ESPÈCE 1re. — *Cuivre natif*[1].

Ce minéral se rencontre de temps-en-temps dans la plupart des mines de cuivre. Il se trouve en masse, en lames et en fils, sous une grande variété de formes. Quelquefois, comme en Sibérie, il est cristallisé en cubes, en octaèdres, en cubo-octaèdres, en prismes hexaèdres terminés par des pyramides à six faces[2], et en tétraèdres.

Sa couleur est communément celle du cuivre ; mais quelquefois elle est d'un brun foncé. Son éclat est métallique ; il

[1] Kirwan, II, 127. Brochant, II, 158. Haüy, III, 518. Jameson, III, 95.

[2] Haüy, Journ. des Mines, n.° XXXI, 509.

prend de l'éclat par la raclure; sa cassure est crochue ou hamiforme. Il est flexible et malléable; il est plus dur que l'argent; sa pesanteur spécifique est de 7,6 [1] à 8,5844 [2].

GENRE II. — *Sulfures.*

ESPÈCE 1re. — *Sulfure ordinaire* [3].

Cuivre vitreux.

Ce minéral se rencontre en filons et en couches dans les roches primitives et stratiformes. Werner partage cette espèce en deux sous-espèces, qu'on distingue principalement par leur cassure.

SOUS-ESPÈCE. 1re. — *Sulfure compacte.*

Sa couleur est un gris de plomb foncé, passant au gris noirâtre ; elle a souvent le terni de l'acier trempé. On le trouve le plus communément en masse ou disséminé, rarement cristallisé ; ses cristaux sont des cubes, des prismes hexaèdres, des pyramides doubles à six faces, et des octaèdres. Cette sous-espèce, à l'extérieur est éclatante, à l'intérieur elle est peu éclatante, c'est l'éclat métallique ; sa cassure est inégale à petits grains, passant à la cassure conchoïde. Les fragmens sont indéterminés, à bords aigus ; elle ne change point par la raclure ; ce cuivre est tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 4,129 à 5,452 [4].

SOUS-ESPÈCE 2. — *Sulfure lamelleux.*

La couleur est la même que celle de la sous-espèce précédente. On le trouve en masse ou disséminé. On ne l'a pas rencontré cristallisé. La cassure principale est peu éclatante, la cassure en travers est brillante, c'est l'éclat métallique ; sa cassure principale est lamelleuse, à lames assez droites, à simple clivage : la cassure en travers est inégale et à grains fins ; les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il se présente en concrétions distinctes grenues. Sous les autres rapports il est semblable au sulfure compacte.

---

[1] Kirwan, Minér. II, 128.
[2] Haüy, Journ. des Mines, N.° XXXI, 509.
[3] Kirwan, II, 144. Brochant, II, 162. Haüy, III, 551, Jameson, III, 103.
[4] Kirwan.

Cette sous-espèce, traitée au chalumeau, se fond très-facilement; pendant qu'elle est en fusion, elle présente une perle verte, qui se recouvre, par le refroidissement, d'une croûte brune; chauffé avec le borax, elle le colore en vert.

ESPÈCE 2. — *Mine de cuivre panachée* [1].

Buntkupfererz.

Ce minéral se rencontre en masse, en lames, ou disséminé. On dit l'avoir trouvé aussi quelquefois cristallisé en octaèdres. Sa couleur tient le milieu entre le rouge de cuivre et le brun de pinsbeck. Par son exposition à l'air, sa couleur devient rouge d'abord, et passe ensuite successivement au bleu violet, au bleu d'azur, au bleu de ciel, et enfin au vert : toutes ces couleurs se trouvent souvent réunies dans le minéral. A l'intérieur il est éclatant, d'un éclat métallique; sa cassure est imparfaitement conchoïde, à petites cavités. Il ne change point par sa racture; il est tendre, se laissant un peu couper au couteau; sa pesanteur spécifique est de 4,956 à 4,983 [2], il est aisément frangible.

Ce cuivre fait effervescence avec l'acide nitrique, et le colore en vert; il détone avec le nitrate de potasse; traité au chalumeau, il se fond facilement, sans fumée, sans vapeur et sans odeur; mais il ne se réduit point. Il colore le borax en un vert clair.

ESPÈCE 3. — *Pyrite cuivreuse* [3].

La pyrite cuivreuse est de toutes les mines de cuivre la plus commune. On la trouve soit en filons soit en couches, dans presque toutes les formations. Elle se rencontre en masse, disséminée, ou cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est le tétraèdre régulier; quelquefois les angles sont tronqués; quelquefois on la trouve cristallisée en octaèdres et en dodécaèdres. Sa couleur est d'un jaune de laiton qui passe tantôt au jaune d'or, tantôt au gris d'acier; sa surface est ordinairement mate. A l'intérieur, elle est éclatante, d'un éclat métallique; sa cassure est inégale; elle est

---

[1] Kirwan, Min. II, 142. Brochant, II, 166. Haüy, III, 56. Jameson, III, 110.

[2] Kirwan.

[3] Kirwan, II, 140. Brochant, II, 169. Haüy, III, 529. Jameson, II, 114.

tendre, donnant à peine des étincelles avec l'acier ; elle est aigre, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 4,315. Traitée au chalumeau, sur un charbon, elle décrépite, donne une odeur sulfureuse, et se fond en un globule noir, qui prend peu-à-peu la couleur du cuivre. Chauffée avec le borax, elle le colore en vert.

ESPÈCE 4. — *Mine de cuivre blanche*[1].

Henkel est le premier qui ait fait mention de ce minéral. C'est un des plus rares parmi les mines de cuivre. Il se rencontre dans les montagnes primitives : on l'a vu dans le Cornouailles, ainsi que dans différentes parties de l'Allemagne. Sa couleur tient le milieu entre le blanc d'argent et le jaune de bronze. La cassure se ternit bien promptement et devient d'un jaune grisâtre. On le trouve en masse et disséminé ; à l'intérieur, il est peu éclatant, d'un éclat métallique. Sa cassure est inégale, à petits grains ; il est tendre, passant au demi-dur, aigre, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 4,500[2]. Traitée au chalumeau, cette mine répand une fumée blanche, qui a une odeur arsenicale, et finit par se fondre en une scorie noire grisâtre. On la dit composée de cuivre, de fer, d'arsenic, de soufre, et contenant environ les 0,40 de cuivre.

ESPÈCE 5. — *Cuivre gris, ou le fahlerz*[3].

Cette mine se trouve dans le Cornouailles, en Saxe, en Hongrie, etc. Elle est en masse ou disséminée ; souvent aussi elle est cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est le tétraèdre régulier ; mais en général ses angles ou ses bords et quelquefois les uns et les autres, sont tronqués ou en biseau[4]. La couleur de ce minéral est le gris d'acier : souvent il est terni ou passant au gris foncé. Quelquefois il ne change point par la raclure, et quelquefois il en donne une d'un brun rougeâtre ; sa poussière est noirâtre, quelquefois avec une teinte de rouge ; à l'intérieur cette espèce est peu éclatante, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est inégale, à gros et à

---

[1] Kirwan, II, 152. Brochant, II, 173. Jameson, III, 120.
[2] Lamétherie, cité par Jameson.
[3] Kirwan, II, 146. Klaproth's Beitrage, I, 177 : et Gehlen's Journ. V, 3. Brochant, II, 175. Haüy, III, 537. Jameson, III, 122.
[4] Romé de Lisle, III, 315. Haüy, Minér. III, 539.

petits grains : elle passe quelquefois à la cassure imparfaitement conchoïde. Cette mine de cuivre est demi-dure, aigre ; sa pesanteur spécifique est de 4,8648 [1]. Elle détone avec le nitrate de potasse. Traitée au chalumeau, elle éclate d'abord, puis se fond, surtout à l'aide du borax, en un globule métallique qui répand une fumée blanche, sans aucune odeur particulière. Elle colore le borax en jaune ou en rouge brunâtre, mais sans s'unir avec lui.

Espèce 6. — *Mine de cuivre noire* [2].

Graugiltigerz, Schwarzgiltigertz.

Ce minéral se rencontre à Cremnitz en Hongrie, et dans d'autres lieux. Sa couleur est le gris d'acier. On le trouve en masse, et quelquefois cristallisé, en tétraèdres, qui sont rarement parfaits, ayant ordinairement leurs bords et leurs angles tronqués ; quelquefois les tétraèdres sont doubles, et constituent un hexaèdre. Les cristaux sont petits. Ces cristaux sont très-éclatans, d'un éclat métallique. La cassure est conchoïde, à petites cavités. Cette mine de cuivre est demi-dure, aigre ; sa pesanteur spécifique est de 4,842.

La table qui suit présente la composition de celles des mines qui précèdent, qu'on a soumises à l'analyse chimique.

---

[1] Haüy, Journ. des Min. N.° XXXI, 513.

[2] Klaproth, Beitrage, I, 177 ; et Gehlin's Journ. V, 14. Kirwan, II, 143. Brochant, II, 180. Jameson, III, 127.

	SULFURE COMMUN.					MINE de cuivre panachée.		PYRITE cuivreuse.		CUIVRE GRIS.				MINE DE CUIVRE NOIR:					
	1	2	2	3	4	5	5	6	7	8	8	8	9	10	11	11	11	11	11
Cuivre	78,5	74,5	47	76,5	73	58	69,5	41,0	30	41	48	42,5	19,2	31,36	37,75	39	40,25	37,5	26
Fer	2,25	1,5	9,3	0,5	1	18	7,5	17,1	31	22,5	25,5	27,5	51	3,3	3,25	7,5	13,5	6,5	7,0
Arsenic	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24,1	14	15,6	15,7	—	—	—	0,75	—	—
Antimoine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—	34,09	22	19,5	23	29	27
Argent	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,5	0,9	—	14,77	0,25	—	0,3	3	13,25
Soufre	18,5	20,5	13	22	24,5	19	19	45,1	36,5	10	10	10	14,1	11,5	28	26	18,5	21,5	25,5
Oxigène	—	—	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zinc	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Mercure	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,25	—	—	—
Silice	0,75	—	25	—	1,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alumine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	—	—	—	—	—
Chaux	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Matière terreuse	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Perte	—	3,5	—	1	0,22	—	—	—	0,5	2	2	2	—	4,68	3,75	1,75	3,7	2,5	1,25
	100,00	100,0	101,3	100,0	100,00	100	100,0	103,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

[1] Klaproth, Beitrage. II, 279.
[2] Gueniveau, Nicholson's Journ. XXI, 145.
[3] Klaproth, Beitrage. IV, 37.
[4] Mon analyse.
[5] Klaproth, Beitrage. II, p. 283 et 286.
[6] Lampadius, Handbuch, p. 263.
[7] Gueniveau, Nicholson's. Journ. XXI, 146.
[8] De Freyberg. Klaproth, Gehlen's Journ. V. 9, II, et 13.

[9] De Airthrey, près Stirling, d'après mon analyse Cet échantillon contenait du fer et de la pyrite arsenicale, qui ne purent en être complètement séparés C'est de là que résulte probablement la petite proportion du cuivre comparativement à la quantité de ce métal que Klaproth obtint.
[10] Klaproth, Beitrage I, 180.
[11] Klaproth, Gehlen's Journ. V, 20, 23, 25, 28, et 30.

D'après cette table, il paraît probable que le sulfure ordinaire de cuivre est essentiellement composé de cuivre et de soufre. Dans la mine de cuivre panachée, il se trouve aussi du fer, et le cuivre semble être à l'état de protoxide ; la pyrite cuivreuse contient également du fer, mais le soufre y existe dans une plus grande proportion que dans l'espèce précédente. La mine de cuivre gris paraît être une combinaison de cuivre, de fer, d'arsenic et de soufre. Les parties constituantes de la mine de cuivre noir sont les mêmes, si ce n'est que l'antimoine s'y trouve à la place de l'arsenic.

Genre III. — *Oxides.*

Espèce 1re. — *Mine de cuivre rouge*.*

Ce minéral semble appartenir particulièrement aux montagnes primitives. Il est le plus communément en filons. On le trouve dans le Cornouailles, dans plusieurs parties de l'Allemagne, en Suède, etc. On a partagé cette espèce en trois sous-espèces, qui se distinguent principalement par leur cassure.

Sous-Espèce 1re. — *Cuivre rouge compacte.*

Sa couleur est un rouge de cochenille foncé, inclinant un peu au gris de plomb. On le trouve ou en masse, ou disséminé. A l'intérieur, ce minéral est éclatant, d'un éclat demi-métallique : sa cassure est unie ; il est opaque. Il se présente très-rarement en concrétions distinctes. Il prend un peu d'éclat par la raclure, et donne une poussière d'un rouge de brique ; il est demi-dur, aigre, aisément frangible ; il est pesant.

Sous-Espèce 2. — *Cuivre rouge lamelleux.*

Sa couleur est la même que celle de la sous-espèce précédente. Ses cristaux sont d'une couleur plus rouge, passant quelquefois au rouge de carmin foncé. On trouve ce minéral en masse, disséminé, et cristallisé en cubes et en octaèdres, qui sont ordinairement tronqués. A l'intérieur il est éclatant, c'est l'éclat du diamant. Sa cassure est imparfaitement lamelleuse. Il est très-rarement en concrétions distinctes grenues. La variété en masse est opaque; les cristaux sont transparens ou translucides. Il donne, par la raclure, une poussière

* Kirwan, II, 135. Brochant, II, 181. Haüy. III, 555. Jameson, III, 132.

d'un rouge de brique sale. Il est demi-dur, aigre, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 5,600 [1].

Sous-Espèce 3. *Cuivre rouge capillaire.*

Sa couleur est d'un rouge de carmin, qui passe quelquefois au rouge de cochenille. Il se trouve en petits cristaux capillaires et en tables. Il est éclatant, ayant l'éclat du diamant. Il est translucide.

La mine de cuivre rouge se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique, et sans effervescence dans l'acide hydrochlorique. Au chalumeau, elle fond aisément, et elle est réduite.

Espèce 2. — *Mine de cuivre couleur de brique* [2].

Cette espèce se rencontre en filons : on la partage en deux sous-espèces : la *mine rouge de brique terreuse*, et la *mine rouge de brique endurcie.*

Sous-Espèce 1re. — *Terreuse.*

Sa couleur est d'un rouge hyacinthe, qui passe au rouge brunâtre. Sa consistance est entre le friable et le solide. On trouve ce minéral en masse ou disséminé et servant d'incrustation à la pyrite cuivreuse. Il est composé de parties pulvérulentes mates. Il est légèrement tachant et pesant.

Sous-Espèce 2. — *Endurcie.*

Sa couleur tient le milieu entre le rouge hyacinthe et le rouge brunâtre; passant au gris de plomb et au brun noirâtre. Elle est en masse ou disséminée; à l'intérieur elle est brillante. Sa cassure est entre la cassure unie et la cassure conchoïde à grandes cavités. Elle passe quelquefois à la cassure conchoïde à petites cavités. Ce minéral est demi-dur, un peu aigre; aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,572.

Au chalumeau il est infusible, mais il acquiert une couleur noire.

Espèce 3. — *Oxide noir de cuivre* [3].

Cette espèce se rencontre dans les mines de Tincroft

---

[1] Philips. [2] Kirwan, II, 137. Brochant, II, 187. Jameson, III, 141.
[3] Jameson, III, 130.

dans le Cornouailles, ainsi que dans d'autres lieux. Sa couleur tient le milieu entre le noir bleuâtre et le noir brunâtre. Elle est friable; en masse; composée de particules pulvérulentes, qui tachent à peine. Cet oxide a toujours plus ou moins de cohérence. Il est pesant. On le considère comme étant un mélange d'oxide de cuivre et d'oxide de fer.

GENRE IV. — *Sels.*

ESPÈCE 1.re — *Carbonate anhydre* [1].

Ce minéral fut observé par le docteur Heyne, dans la péninsule de l'Indostan, près de la frontière orientale du pays de Mysore; il s'y rencontre en nids dans des roches primitives. J'ai décrit et analysé le premier ce minéral, en 1813. Lorsqu'il est pur, sa couleur est le brun noirâtre foncé, mais généralement ce sont celles réunies de vert, de rouge et de brun, provenant d'un mélange de malachite et d'oxide rouge de fer. Ce minéral est souvent traversé par de petites veines de malachite. Sa cassure est conchoïde à petites cavités. Elle a quelquefois de la tendance à la cassure lamelleuse. Ce carbonate est tendre, se laissant couper au couteau. Prenant par sa raclure une couleur brune, rougeâtre. Sa pesanteur spécifique est de 2,620. Il se dissout dans les acides, en laissant déposer une poudre rouge. Ses parties constituantes sont:

Acide carbonique.........	16,70
Peroxide de cuivre.........	60,75
Peroxide de fer............	19,50
Silice....................	2,10
Perte.....................	0,95
	100,00

ESPÈCE 2. — *Carbonate bleu de cuivre* [2].

Cæruleum montanum. — Azur de cuivre Kupfer-lazur.

Ce minéral se trouve dans les mines de cuivre de la Sibérie, de la Suède, de l'Allemagne, de la Hongrie, de la Grande-Bretagne, etc. Il est plus commun dans les monta-

---

[1] Phil. Trans. 1814, p. 45.

[2] Kirwan, II, 129. Morveau, Mém. Dijon, 1782, 1.er semestre, 100. Brochant, II, 190. Haüy, III, 562. Jameson, III, 146.

gnes stratiformes que dans celles primives. On divise cette espèce en deux sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Carbonate bleu terreux.*

Sa couleur est un bleu de smalt. Il est ordinairement friable : il est rare qu'on le trouve en masse. Il est composé de parties fines pulvérulentes, qui sont mates. Il est très-peu tachant; il est pesant.

Sous-Espèce 2. — *Carbonate bleu rayonné.*

Sa couleur ordinaire est un bleu d'azur : il est aussi d'un bleu de Prusse, inclinant quelquefois au bleu de smalt ; les couleurs ont une légère nuance de rouge. On le trouve rarement en masse; il est plus souvent réniforme et stalactiforme; le plus communément il est cristallisé. Ses cristaux sont petits et difficiles à examiner. Leur forme primitive est un octaèdre, dont les côtés sont des triangles scalènes, et deux sont plus inclinés que les autres. Les cristaux sont souvent des prismes rhomboïdaux, terminés par des sommets à quatre faces. Les bords sont quelquefois diversement tronqués [1]. A l'intérieur ce carbonate est éclatant, d'un éclat qui tient le milieu entre l'éclat vitreux et l'éclat gras ; sa cassure est petite, droite, et rayonnée à rayons scapiformes ; quelquefois elle est imparfaitement lamelleuse. Il est rarement en concrétions distinctes grenues; les cristaux sont translucides; la raclure ne produit aucun changement. Ce minéral est tendre, un peu aigre, sa pesanteur spécifique est de 3,608 [2]; il se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique qu'il colore en bleu. Traité au chalumeau il noircit sans se fondre. Il colore le borax en vert avec effervescence.

Espèce 3. — *Malachite* [3].

Cette mine se rencontre dans les montagnes primitives plus nouvelles et dans les montagnes stratiformes. On l'a

---

[1] Romé de Lisle remarqua que les cristaux obtenus de la dissolution du cuivre dans l'ammoniaque avaient les mêmes formes que ceux de ce minéral. Haüy a confirmé cette observation.

[2] Brisson.

[3] Kirwan, II, 131. Fontana, Journ. de Phys. XI, 509. Klaproth's Beitrage, II, 287. Brochant, II, 197. Haüy, III, 571. Jameson, III, 154.

divisée en deux sous-espèces, qui se distinguent par la cassure.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Malachite fibreuse.*

Sa couleur est le vert émeraude, passant au vert pomme et au vert poireau foncé. On la trouve rarement en masse : quelquefois elle est disséminée, et souvent en cristaux courts capillaires : à l'intérieur elle est éclatante, c'est un éclat soyeux ; sa cassure ordinaire est fibreuse à fibres très-déliées, et quelquefois à grosses fibres. Les fragmens sont cunéiformes et esquilleux. Ce minéral se présente en concrétions distinctes grenues. Les cristaux sont translucides, les variétés en masse sont tranlucides sur les bords. Cette sous-espèce est tendre ; sa raclure est d'une couleur plus claire ; elle est assez disposée à se laiser couper au couteau ; sa pesanteur spécifique est de 3,571 [1].

SOUS-ESPÈCE 2. — *Malachite compacte.*

Sa couleur est d'un vert émeraude qui passe au vert-de-gris ; souvent elle est d'un blanc verdâtre sale, et marquée de raies d'une couleur plus foncée. On la trouve en masse, ou sous différentes formes particulières, et cristallisée en prismes tétraèdres, terminés par des pyramides à quatre faces ; à l'intérieur elle est peu éclatante, c'est un éclat soyeux ; sa cassure est quelquefois à fibres très-déliées, passant à la cassure unie, qui devient tantôt cassure conchoïde applatie à petites cavités, et tantôt cassure inégale à petits grains. Les fragmens sont indéterminés ; cette sous-espèce de malachite se présente ordinairement en concrétions distinctes, minces et lamelleuses : la surface des concrétions est rude et couverte d'une pellicule verte mince. Elle est opaque, tendre, aigre, très-aisément frangible ; elle n'éprouve aucun changement par sa raclure ; sa pesanteur spécifique est de 3,683 [2]. Traitée au chalumeau elle décrépite et noircit sans se fondre : elle colore le borax en vert jaunâtre ; elle communique à la flamme une teinte verte.

ESPECE 4. — *Vert montagne* [3].

On le trouve dans les mêmes situations que l'espèce précé-

---

[1] Brisson. [2] Kirwan.

[3] Kirwan, II, 134. Brochant, II, 203. Jameson, III, 167.

dente; sa couleur est un vert-de-gris, passant quelquefois au vert émeraude, et quelquefois au vert poireau. Ce cuivre se rencontre en masse, disséminé et uviforme : à l'intérieur il est éclatant, c'est l'éclat gras; sa cassure est conchoïde, à petites cavités : les fragmens sont indéterminés, à bords plus ou moins aigus. Il ne se présente jamais en concrétions distinctes ; cette espèce est translucide, tendre, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,371. Traité au chalumeau il noircit sans se fondre ; il se dissout dans les acides presque sans effervescence.

ESPÈCE 5. — *Vert montagne ferrugineux* [1].

Cette espèce est ordinairement accompagnée des deux précédentes ; elle est partagée en deux sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1re. — *Vert de cuivre ferrugineux terreux.*

Sa couleur est un vert olive, passant quelquefois au vert pistache. Il se trouve en masse ou disséminé ; il est mat. Sa cassure est terreuse : il est un peu tachant ; ses fragmens sont indéterminés, à bords obtus ; il est opaque, ne change presque pas par sa raclure. Il est très-tendre, aisément frangible, médiocrement pesant.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Vert de cuivre ferrugineux scoriacé.*

Sa couleur est un vert olive foncé ou vert pistache, qui passe au vert noirâtre foncé ; ce cuivre se trouve ou en masse ou disséminé : à l'intérieur il est éclatant, c'est un éclat vitreux ; sa cassure est conchoïde à petites cavités ; les fragmens sont indéterminés à bords plus ou moins aigus ; il est opaque. Il devient plus pâle par la raclure ; il est tendre, aisément frangible, médiocrement pesant.

ESPECE 6. — *Silicate de cuivre* [2].

Dioptase, mine de cuivre émeraude.

Ce minéral, qui fut confondu d'abord avec l'émeraude, se trouve dans le nord de l'Asie. Sa couleur est le vert émeraude. Il cristallise en prismes hexaèdres terminés par des pyramides trièdres. La forme primitive des cristaux est un

---

[1] Kirwan, II, 151. Brochant, II, 205. Jameson, II, 237.
[2] Jameson, III, 174.

rhomboïde obtus Cette espèce est éclatante, d'un éclat vitreux. La cassure est lamelleuse, à triple clivage. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il est translucide, rayant difficilement le verre. Il est aigre. Sa pesanteur spécifique est de 3,3 [1]. Au chalumeau, il devient d'un brun châtain ; mais il est infusible. Il teint la flamme en vert. C'est un trisilicate de cuivre.

Espece 7. — *Carbo-silicate* [2].

Ce minéral se rencontre au Mexique, mais j'ignore dans quelle situation. Les seuls échantillons que j'ai vus de cette espèce appartenaient à M. Mawe, qui les avait reçus de Veracruz.

La couleur de ce carbo-silicate est le vert vert-de-gris; il est uviforme. Son éclat, vitreux, varie beaucoup en intensité. A l'extérieur le minéral est souvent mat, à l'intérieur il est éclatant. La cassure est compacte et conchoïde. Les fragmens sont arrondis à bords obtus. Il se présente en concrétions distinctes grenues. Il est translucide sur les bords. Sa dureté est presque égale à celle du spath calcaire. Il est aisément rayé par le couteau, aigre. Les concrétions distinctes se séparent aisément l'une de l'autre. Sa pesanteur spécifique est de 2,238. Il ne fait point effervescence avec l'acide nitrique, lorsqu'il est en morceaux ; mais lorsqu'il est en poudre, l'effervescence a lieu, et il se dissout dans l'acide, en laissant une poudre blanche siliceuse.

Espece 8. — *Arseniate de cuivre.*

On n'a trouvé jusqu'ici cette espèce que dans le Cornouailles. On la découvrit il y a plus de 30 ans dans la mine de Carrarach; mais ce minéral était devenu excessivement rare, lorsque dernièrement on l'a rencontré en grande quantité dans la mine Huel-Garland. On en envoya une grande variété d'échantillons à Londres, où le comte de Bournon et Chenevix les analysèrent et les décrivirent avec beaucoup de précision [3]. On a partagé cette espèce en trois sous-espèces, qui se distinguent principalement par la forme de leurs cristaux.

---

[1] Haüy.
[2] Annals of Philosophy, VII, 321.
[3] Phil. Trans. 1801, p. 169.

Sous-Espèce 1re. — *Cuivre arseniaté lamelleux* [1].

Cuivre micacé.

Sa couleur est un vert émeraude. On le trouve ou en masse, ou disséminé ; quelquefois il est cristallisé ; ses cristaux sont des lames hexaèdres minces ; les six faces s'inclinent alternativement vers les côtés opposés des lames, de sorte que 3 sont inclinées d'un côté et 3 de l'autre. Deux de ces trois faces forment des angles de 135°, et la troisième un angle de 115°. Ce minéral est divisible en lames minces, comme le mica ; il est très-éclatant, c'est l'éclat nacré : ses fragmens sont indéterminés et en tables ; il se présente en concrétions distinctes grenues ; les variétés en masse sont translucides ; les cristaux sont transparens ; il raie le gypse, mais il n'attaque par le spath calcaire. Il se laisse couper au couteau : sa pesanteur spécifique est de 2,548. Au feu il décrépite.

Sous-Espèce 2. — *Cuivre arseniaté lenticulaire* [2].

Sa couleur est le bleu de ciel, passant quelquefois au vert-de-gris ; il est cristallisé en octaèdres obtus, composés de deux pyramides tétraèdres avec faces triangulaires isocèles, dont deux sont plus inclinées que les deux autres. Les deux plus inclinées se rencontrent au sommet sous un angle de 130°, et forment à la base des angles de 50° ; les deux autres faces inclinées se rencontrent au sommet sous un angle de 115°, et forment à la base des angles de 65° ; quelquefois le sommet se convertit en faîte, l'octaèdre s'alongeant parallélement aux plans les moins inclinés. Ce cuivre à l'extérieur est éclatant. Sa cassure est lamelleuse. Il est translucide ; il raie le spath calcaire, mais non pas le spath fluor ; il est un peu aigre, très-aisément frangible, et sa pesanteur spécifique est de 2,882.

Sous-Espèce 3. — *Cuivre arseniaté de couleur olive* [3].

On a distingué deux variétés de cette sous-espèce.

1. Lamelleux. Sa couleur est d'un vert olive, qui passe

---

[1] Bournon, Phil. Trans. 1801. Jameson, III, 184.
[2] Bournon, *ibid.*
[3] Kirwan, II, 151. Brochant, II, 208. Haüy, III, 575. Bournon et Chenevix, Phil. Trans. 1801. Klaproth, III, 187.

quelquefois au vert d'huile et au vert poireau. On trouve rarement cette variété en masse : elle est plus communément en croûtes druses, et cristallisée en rhomboïdes très-aigus, ayant quelquefois leurs angles tronqués. Les faces des cristaux sont lisses; à l'intérieur cette variété est peu éclatante, c'est l'éclat du diamant ; sa cassure est imparfaitement lamelleuse ; les fragmens sont indéterminés. Les variétés en masse se rencontrent en concrétions distinctes grenues. Elle est translucide. Elle prend par la raclure une couleur jaune de paille ; elle est très-tendre, se laissant couper au couteau ; sa pesanteur spécifique est de 4,2809.

2. Fibreux. Sa couleur est d'un vert olive. Ses variétés en masse passent au brun de foie et au blanc verdâtre ; il se rencontre en masse, réniforme, et cristallisé en prismes aciculaires à quatre faces : cette sous-espèce, à l'intérieur, est peu éclatante, c'est l'éclat du diamant ; sa cassure est à fibres très-déliées scapiformes. Ses fragmens sont cunéiformes. Cette variété se présente quelquefois en concrétions distinctes à gros grains, et à lames courbes : elle est translucide sur les bords. Quelquefois elle raie le spath fluor ; elle est un peu aigre ; sa pesanteur spécifique est de 4,281.

ESPECE 9. — *Cuivre arseniaté martial* [1].

On a trouvé cette espèce dans plusieurs mines du Cornouailles. Sa couleur est le bleu de ciel pâle. Elle est en masse et cristallisée en prismes obliques rhomboïdaux à quatre pans ; à l'intérieur elle est peu éclatante, d'un éclat nacré. La cassure est rayonnée en rayons scapiformes. Elle est translucide. Elle raie le spath calcaire, mais non pas le spath fluor. Sa pesanteur spécifique est 3,4.

ESPECE 10. — *Hydrochlorate de cuivre* [2].

Sable vert du Pérou.

Ce minéral fut apporté du Pérou par Dombey ; c'est une poudre verte mêlée de grains de quartz ; jetée sur la flamme de charbons ardens, elle lui communique une couleur verte ; le minéral se dissout sans effervescence dans les acides ni-

---

[1] Jameson, III, 194.

[2] Kirwan, II, 149. Brochant, II, 545. Haüy, III, 560. Jameson, III, 176.

trique et hydrochlorique. La dissolution est verte. Berthollet prouva le premier que ce minéral contient de l'acide hydrochlorique [1]. Il fut ensuite analysé par Proust [2]; mais Vauquelin annonça qu'il le considérait simplement comme un oxide de cuivre mêlé avec de l'hydrochlorate de soude [3]. Cependant, par des recherches subséquentes. il reconnut que son opinion à cet égard n'était pas fondée, et que ce minéral était réellement un hydrochlorate, ainsi que Berthollet et Proust l'avaient avancé [4]. Klaproth a confirmé cette conclusion.

La couleur de ce minéral varie quelquefois entre le vert de poireau et le vert émeraude; et quelquefois entre le vert émeraude et le vert olive. On le trouve ou en masse, ou cristallisé en prismes hexaèdres comprimés, terminés en biseau, et en prismes obliques à quatre faces. La surface des cristaux est lisse. Elle est très-éclatante, de l'éclat du diamant; à l'intérieur le minéral est éclatant, c'est un éclat gras : sa cassure est lamelleuse. Il est opaque; les cristaux sont transparens. Il est tendre; il prend par la raclure une couleur vert pomme pâle; il n'est pas très-difficile à se laisser couper au couteau; il est aisément frangible : sa pesanteur spécifique est de 3,570 [5].

ESPÈCE II. — *Phosphate de cuivre* [6].

On a trouvé ce minéral à Rheinbreiderbach près de Cologne. On le considéra comme une variété de malachite, jusqu'à ce que Klaproth en eût reconnu la composition. On le trouve ou en masse, ou disséminé, et cristallisé en petits hexaèdres obliquangles. Ces cristaux se rencontrent en groupes, et sont souvent si petits qu'ils ressemblent à de la mousse. La couleur de ce minéral à l'extérieur est d'un noir grisâtre; mais à l'intérieur c'est un vert-de-gris passant au vert émeraude. A l'extérieur, ce minéral est très-éclatant, de l'éclat du verre; à l'intérieur il est brillant, c'est l'éclat soyeux. Sa cassure est fibreuse, à fibres divergentes. Ce minéral est opaque. Il prend par la raclure une couleur vert pomme.

---

[1] Mém. Par. 1786, p. 4 et 62.
[2] Ann. de Chim. XXXII, 26.
[3] Journ. des Min. N.° XXXI, 519.
[4] Haüy, III, 562.
[5] Lamétherie.
[6] Klaproth, III, 201. Brochant, II, 544. Jameson, III, 179.

Il se laisse couper au couteau, il est tendre. Sa pesanteur spécifique est de 3, 5142.

Espèce 12. — *Sulfate de cuivre.*

Ce sel se rencontre quelquefois dans le voisinage des mines de cuivre : on le trouve ou en masse, ou en formes imitatives, ou en cristaux capillaires et cubiques. On a déjà donné des détails sur ses propriétés dans la première partie de cet ouvrage.

La table suivante indique les parties constituantes de celles des espèces précédentes qui ont été analysées.

	Carbonate bleu.		Malachite.	Vert Montagne.	Silicate.	Carbo-silicate.	Arseniate lamelleux		Arseniate lenticulaire.	Cuivre arseniaté de couleur olive.					Aseniate.		Arseniate martial.	Hydrochlorate.			Phosphate.
	1	2	3	4	5	6	7	8	7	7	7	7	7	9	10	10	11	12	12	13	14
Oxide de cuivre	77	70	70,5	50	55	54,46	58	39	50	54	60	51	50	50,62	26	28	22,5	76,6	70,5	73	68,13
Oxide de fer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27,5	—	—	—	—
Acide carbonique	19	24	18	7	—	14,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acide arsenique	—	—	—	—	—	—	21	43	14,3	30	39,7	29	29	45	69	72	33,5	—	—	—	—
Acide hydrochlorique	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,6	11,4	10,1	—
Acide phosphorique	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30,95
Silice	—	—	—	26	33	25,31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
Eau	2	6	11,5	17	12	—	21	17	35,7	16	—	18	21	3,5	—	—	12	12,8	18,1	16,9	—
Perte	2	—	—	—	—	5,25	—	1	—	—	0,3	2	—	0,88	5	—	1,5	—	—	—	0,92
	100	100	1000	100	100	1000	100	100	1000	100	1000	100	100	1000	100	100	1000	1000	1000	1000	100,00

[1] Pelletier, Ann. de Chim. XIII. 54.

[2] Klaproth, Beitrage, IV. 31 L'échantillon analysé venait de Sibérie, et appartenait à la sous-espèce rayonnée.

[3] Ibid. II. 290.

[4] Ibid IV. 34. de Sibérie.

[5] Lowitz, Nov. Act. Petrop. 13.

[6] Annals of Philosophy, VII. 322.

[7] Chenevix, Phil. Trans. 1801, 207.

[8] Vauquelin.

[9] Klaproth.

[10] Ce résultat est celui établi dans le Philosophical Magazine (vol. XXXIII, p. 332) comme ayant été obtenu par M. Gregor, de l'analyse de deux échantillons d'arseniate de cuivre natif du Cornouailles, de couleur jaune paille. S'il n'y a pas d'erreur dans l'exposé, ces échantillons doivent appartenir à une sous-espèce très-différente de toute autre auparavant connue.

[11] Chenevix, Phil. Trans. 1801, p. 220.

[12] Proust, Ann. de Chim. XXXII. 49.

[13] Klaproth, III. 200.

[14] Ibid. p. 201.

ORDRE IX. — *Mines de fer.*

De tous les métaux, le fer est celui qui est le plus abondamment répandu, il existe dans toutes les formations; et c'est aussi celui qui prend la plus grande variété de formes, même de formes opposées; c'est ce qui rend la classification de ses mines plus difficile que celle de tout autre métal. La table ci-jointe nous en présente les différentes espèces, rangées dans l'ordre de leurs parties constituantes.

Table des espèces.

I. Alliages.

1. Fer natif.

II. Sulfures.

1. Pyrite magnétique.
2. Pyrite cubique.

III. Oxides.

1. Fer magnétique.
2. Fer spéculaire.
3. Mine de fer rouge.
4. Hydrate de fer.
5. Hydrate de fer et de manganèse.

IV. Sels.

1. Carbonate.
2. Phosphate.
3. Arseniate.
4. Chrômate.
5. Silicate.
6. Tungstate.
7. Sulfate.

GENRE I. — *Alliages.*

ESPÈCE 1.re — *Fer natif.*

Ce minéral est rare; cependant on l'a rencontré dans différentes parties du globe. On en trouva dans la mine de Hackenberg un échantillon qui pesait environ 18 hectogrammes*. Sa couleur est d'un blanc bleuâtre; sa cassure est hamiforme. Son éclat est métallique; il est malléable, magnétique, dur; sa pesanteur spécifique est de 7,8. On considère actuellement les masses de fer observées par Pallas en Sibérie, par Rubin de Celis dans l'Amérique méridionale, etc., comme étant des dépositions météoriques. Ces masses se distinguent du fer natif par le nickel qu'elles contiennent; car cette dernière substance ne se trouve pas dans les véritables

* Cramer, Phil. Mag. XIII, 32.

échantillons de fer natif. Klaproth analysa un morceau de fer natif extrait de la mine Johannes, près de Kamsdorf en Saxe; il contenait :

92,5	Fer.
6,0	Plomb.
1,5	Cuivre.
100,0 [1]	

Genre II. — *Sulfures.*

Espèce 1.re — *Pyrite magnétique* [2].

Cette pyrite se rencontre principalement dans les montagnes primitives, et on ne l'y a encore trouvée jusqu'à présent qu'en couches. Sa couleur tient le milieu entre le jaune de bronze et le rouge de cuivre, inclinant quelquefois au brun de tombac. Elle devient d'un terne brunâtre. A l'intérieur, elle est éclatante, c'est un éclat métallique. La cassure est inégale. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Ce minéral ne se présente jamais en concrétions distinctes. Il tient le milieu entre le dur et le demi-dur. Il est aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 4,518 [3]. Il est attirable à l'aimant.

Espèce 2. — *Pyrite cubique* [4].

Cette pyrite est un des minéraux les plus répandus dans la nature; on en trouve dans presque toutes les roches, et dans tous les filons. Les formes en sont aussi très-variées. Elle est ou en masse, ou disséminée; quelquefois globuleuse, uviforme, etc., et très-souvent cristallisée. Les figures que ses cristaux affectent le plus communément sont le cube, l'octaèdre, le dodécaèdre rhomboïdal et l'icosaèdre; mais les angles et les bords sont souvent diversement tronqués. Les cubes sont tantôt lisses, tantôt striés. Les stries sont parallèles aux bords des faces, et dans trois sens différens. Romé de Lisle fit voir que sa forme primitive était quelquefois le cube et quel-

---

[1] Gehlen's Journ. I, 36.
[2] Kirwan, II, 79. Brochant, II, 232. Jameson, III, 218.
[3] Hatchett.
[4] Kirwan, II, 76. Brochant. II. 221. Haüy, IV, 65. Bournon, Journ. des Min. N.o LXXV, 170. Jameson, III, 204.

quefois l'octaèdre. Suisant Haüy cette forme primitive est le cube; mais lorsqu'on veut essayer de reconnaître les joints naturels des cristaux, on obtient, dans certains cas, un cube, dans d'autres un octaèdre. Bournon en conclut que ces deux formes sont distinctes, qu'elles constituent deux espèces de pyrites; et il pense que par l'analyse chimique, on reconnaîtra quelque jour qu'elles diffèrent dans leur composition. Les cubes striés forment, suivant lui, une troisième espèce. On trouve la description et la figure des différens cristaux de ce minéral dans Romé de Lisle [1], Haüy [2] et Bournon [3]. Werner partage cette espèce en quatre sous-espèces; et même elles suffisent à peine pour comprendre toutes les variétés de ce minéral qui ont été observées.

Sous-Espèce 1.re — *Pyrite martiale commune.*

Sa couleur est le jaune de bronze. On la trouve en masse, et cristallisée en cubes, soit parfaits, soit tronqués: en octaèdres, en dodécaèdres, et même en icosaèdres. La surface des cristaux est tantôt lisse et tantôt striée : son éclat varie du très-éclatant à l'éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est inégale; ce minéral est dur, aigre, aisément frangible, et sa pesanteur spécifique est de 4,830 [4].

Sous-Espèce 2. — *Pyrite rayonnée.*

Sa couleur est d'un jaune de bronze, inclinant quelquefois au jaune de laiton; la surface est ternie. Elle est en masse, réniforme, et cristallisée en octaèdres soit parfaits, soit tronqués, et en cubo-octaèdres : son éclat extérieur varie de l'éclatant au brillant; sa cassure est rayonnée : quelquefois elle est fibreuse et compacte. Les fragmens sont cunéiformes; elle se présente en concrétions distinctes grenues, lamelleuses et scapiformes. Elle est dure, aigre, très-aisément frangible; sa pesanteur spécifique varie de 4,698 à 4,775 [5].

Sous-Espèce 3. — *Pyrite hépatique.*

Sa couleur est d'un jaune pâle de laiton, inclinant au gris

[1] Cristallogr. III, 208.
[2] Minér. IV, 67.
[3] Journ. des Min. LXXV, 170.
[4] Hatchett.
[5] *Ibid.*

d'acier. On la trouve en masse, sous forme tuberculeuse, etc., et cristallisée en tétraèdres et en prismes à 6 faces. A l'intérieur la pyrite hépatique est brillante, c'est l'éclat métallique; sa cassure est ordinairement unie. Ses fragmens sont indéterminés, à bords aigus; elle se présente en concrétions distinctes. Sous tous les autres rapports elle est la même que la sous-espèce précédente. Elle se décompose très-facilement.

Sous-Espèce 4. — *Pyrite cellulaire.*

Sa couleur est d'un jaune de bronze, inclinant beaucoup au gris d'acier, et un peu au vert. Elle acquiert un gris terne. On la trouve en masse, mais le plus fréquemment sous forme cellulaire; la surface des cellules est drusique. A l'intérieur, cette pyrite est brillante. Sa cassure est unie et conchoïde applatie. Les fragmens sont indéterminés; à bords assez aigus. Elle se rapporte dans ses autres caractères aux sous-espèces précédentes.

Autant qu'on a pu jusqu'à présent l'observer, les pyrites consistent essentiellement dans deux espèces distinctes: 1.° la pyrite magnétique, composée de 1 atôme de fer et de 1 atôme de soufre; 2.° la pyrite cubique, formée de 1 atôme de fer et de 2 atômes de soufre. La première espèce est un sulfure de fer; la seconde, un bisulfure de ce métal.

Genre III. — *Oxides.*

Espèce 1.re — *Fer magnétique* *.

Fer oxidulé de Haüy.

Cette espèce, caractérisée jusqu'à un certain point par ses propriétés magnétiques, est partagée par Werner en deux sous-espèces.

Sous-Espèce 1.re — *Fer magnétique commun.*

Cette espèce de mine de fer est très-commune dans les montagnes primitives, sur-tout dans celles de gneiss, de schiste-micacé, de schiste-chlorite, et dans la pierre calcaire primitive; mais elle se rencontre aussi quelquefois dans

* Kirwan, II, 158. Brochant, II, 235. Haüy, IV, 10. Jameson, III, 233.

des roches stratiformes. Elle y est en couches particulières, ou même quelquefois formant des montagnes entières. Elle est très-commune en Suède; elle se trouve aussi en Suisse, en Norwège, en Russie, etc. Ce minéral se présente en masse, en lames, en grains et en cristaux. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre régulier [1]. Quelquefois deux faces opposées des pyramides sont des trapèzes, ce qui rend le sommet des pyramides cunéiforme; les cristaux sont aussi tantôt en cubes, tantôt passant aux parallélipipèdes rhomboïdaux, et tantôt aux dodécaèdres à plans rhombes [2]. Sa couleur est un noir de fer : sa poussière est noire [3]; il ne change point par la raclure. A l'extérieur il est éclatant, à l'intérieur il est peu éclatant, c'est un éclat métallique. Sa cassure est inégale, approchant quelquefois de la cassure unie; elle est aussi quelquefois imparfaitement lamelleuse, à lames droites. Ce minéral se présente souvent en concrétions distinctes grenues. Il est dur, aigre; sa pesanteur spécifique est de 4,200 à 4,939 [4]. Il est attirable à l'aimant, et généralement il possède, avec plus ou moins d'énergie, la vertu magnétique [5]. C'est à cette espèce qu'appartient l'aimant. Le fer magnétique brunit au chalumeau sans se fondre; il donne au borax une couleur d'un vert foncé.

Cette mine est composée, d'après l'analyse de Bucholz, d'un mélange des deux oxides de fer distincts, et d'un peu de quartz [6].

SOUS-ESPÈCE 2. — *Fer magnétique sablonneux.*

On trouve le fer magnétique sablonneux en couches dans des roches de basalte et de wacke, ainsi que dans le sable de fleuves. Sa couleur est un noir de fer foncé; il se présente en petits grains angulaires ou presque arrondis, et en cristaux octaèdres. La surface est rude et peu brillante. Son éclat à l'intérieur est l'éclatant, c'est un éclat métallique; sa cassure est parfaitement conchoïde, elle est très-rarement

---

[1] Romé de Lisle, III, 178.
[2] *Ibid.*
[3] Haüy, Journ. des Min. N.° XXXVIII, 659.
[4] Kirwan, Min. II, 159.
[5] Haüy, Journ. des Min. N.° XXXI, 527.
[6] Gehlen's Journ. Second series, III, 106.

imparfaitement lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés à bords aigus. Ce fer est demi-dur, aigre, aisément frangible; sa pesanteur spécifique varie de 4,600 [1] à 4,76 : il est fortement attiré par l'aimant.

Le fer magnétique est composé, suivant l'analyse de Berzelius, de

Protoxide de fer......	31	1 atôme.
Peroxide de fer.......	69	2 atômes.
	100 [2]	

Le fer magnétique sablonneux contient un peu de titane. Par l'analyse que j'ai faite d'un échantillon de ce fer, venant de l'Aberdeenshire, je l'ai trouvé composé de

Oxide de fer.........	85,3
Oxide de titane.......	9,5
Oxide d'arsenic.......	1,0
Silice et alumine......	1,5
Perte...............	2,7
	100,0

ESPÈCE 2. — *Fer spéculaire* [3].

Fer oligiste.

Il paraît que ce minéral ne se rencontre que dans les montagnes primitives et dans celles de transition. Il y existe en filons et en couches. On a partagé cette espèce en deux sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Fer spéculaire commun.*

On le trouve en grande quantité dans l'île d'Elbe près la Toscane, en Allemagne, en France, en Russie, etc. Il est en masse, ou cristallisé: la forme primitive de ses cristaux est un rhomboïde qui diffère très-peu du cube, les angles des rhombes étant de 87° et de 93°. Il se rencontre sous une grande variété de formes. Les plus communes sont le parallélipipède rhomboïdal; le cube à trois faces triangulaires, au

---

[1] Kirwan.

[2] Attempt to establish a New System of Mineralogy, p. 125.

[3] Kirwan, II, 162. Coudray, Journ de Phys. IV, 52. Brochant, II, 242. Haüy, IV, 38. Jameson, III, 232.

lieu de deux de ses angles diagonalement opposés : deux pyramides à 6 faces appliquées base à base, à sommets tronqués ; quelquefois les angles des bases et les bords alternatifs de la pyramide sont tronqués ; un polyèdre de 24 faces ressemblant à un cube avec trois faces triangulaires pour deux angles diagonalement opposés, et ayant deux triangles pour ses autres angles; des lames octogones minces, bornées par six trapèzes linéaires alternativement inclinés en sens différens.

Sa couleur est d'un gris d'acier. Elle est souvent terne et souvent irisée, présentant des reflets de jaune, de bleu et de rouge; elle prend par la raclure une couleur rouge cerise. Sa poussière est d'un rouge noirâtre. Son éclat à l'extérieur, varie du très-éclatant au peu éclatant; à l'intérieur il est simplement éclatant, c'est un éclat métallique. Ce fer est dur. Sa cassure est tantôt compacte, tantôt lamelleuse. Sa cassure compacte est inégale et passant quelquefois à la cassure imparfaitement conchoïde à petites cavités. La cassure lamelleuse a un clivage quadruple et rectangulaire. Les fragmens sont en octaèdres ou en pyramides; quelquefois ils sont indéterminés ; ordinairement non séparés. Ce minéral est aigre, difficile à se rompre ; sa pesanteur spécifique est de 5,0116 [1] à 5,218 [2], il est légèrement magnétique. Il n'attire pas la limaille de fer comme l'espèce précédente ; ce fer est peu altérable au chalumeau ; il colore le borax en un jaune obscur.

Sous-Espèce 2. — *Fer micacé.*

Ce minéral se trouve dans le Perthshire et dans d'autres endroits de l'Écosse. Sa couleur est d'un noir de fer. En lames minces, il paraît être d'un rouge de sang lorsqu'on le tient entre l'œil et la lumière. On le trouve en masse, ou cristallisé en tables minces à 6 faces : la surface des cristaux est lisse et très-éclatante ; à l'intérieur il est très-éclatant, c'est un éclat métallique ; sa cassure est parfaitement lamelleuse, à lames courbes. Le clivage est simple. Les fragmens sont tantôt indéterminés, tantôt en forme de plaques. La variété en masse se présente en concrétions distinctes grenues ;

---

[1] Brisson.
[2] Kirwan.

il est translucide sur les bords ; dans des lames minces il l'est également. Il donne une raclure d'un rouge cerise. Il est demi-dur, aigre, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,50 à 5,07 [1].

Suivant l'analyse de Bucholz, cette sous-espèce consiste entièrement dans du peroxide de fer [2].

Un échantillon de la première sous-espèce, analysé par Hysinger, contenait :

Péroxide de fer................	94,38
Phosphate de chaux.............	2,75
Magnésie......................	0,10
Matière pierreuse..............	1,25
Perte par l'exposition à la chaleur.	0,50
Perte.........................	0,96
	100,00 [3]

ESPÈCE 3. — *Mine de Fer rouge* [4].

Le fer rouge est une des mines de fer les plus répandues. Il se rencontre en grande quantité dans le Lancashire, et dans différentes parties de l'Allemagne. Il est en couches et en filons dans les montagnes primitives et dans les montagnes stratiformes. Sa couleur est le rouge ; il donne une raclure rouge de sang ; sa pesanteur spécifique est de 2,952 à 5,005. Cette mine, traitée au chalumeau, noircit sans se fondre : elle colore le borax en vert olive jaunâtre. En la faisant digérer dans l'ammoniaque, elle noircit et devient souvent magnétique. On divise ordinairement cette espèce en 4 sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1[re]. — *Fer rouge écailleux.*

Eisenrham. — Écume de fer.

Sa couleur tient le milieu entre le rouge cerise et le rouge brunâtre, passant souvent au gris d'acier. Ce fer est ordinairement friable. Son éclat est le brillant faible, c'est un éclat demi-métallique. Il est onctueux au toucher, très-tendre, aigre, médiocrement pesant ; il est composé de parties écail-

[1] Kirwan.
[2] Gehlen's Journ. Second series, III, 104.
[3] Afhandlingar, III, 321.
[4] Kirwan, II, 158. Brochant, II, 249. Jameson, III, 243.

leuses, friables, et très-tachantes. Cette sous espèce est assez rare; on la trouve en Allemagne, en Hongrie et dans la Grande-Bretagne.

Sous-Espèce 2. — *Ocre de Fer rouge.*

On la trouve quelquefois en poussière, quelquefois endurcie. Elle est composée de particules pulvérulentes qui sont faiblement brillantes : sa couleur est d'un rouge de sang vif. Elle est tachante, maigre au toucher; elle n'est pas particulièrement aigre; sa pesanteur spécifique est de 2,952; elle est très-tendre. Elle accompagne les autres sous-espèces.

Sous-Espèce 3. — *Fer rouge compacte.*

Cette mine de fer se trouve en masse et disséminée, quelquefois sous différentes formes imitatives; quelquefois aussi elle est cristallisée en cubes, ou en pyramides à 4 faces ayant leurs sommets tronqués. Sa couleur tient le milieu entre le rouge brunâtre et le gris d'acier. La cassure est ordinairement unie, elle passe rarement à celle inégale à gros grains; quelquefois la cassure est conchoïde à grandes cavités et schisteuse. L'éclat de ce fer est le brillant, c'est un éclat demi-métallique. Il est dur et assez aigre. Sa pesanteur spécifique est de 3,423 à 3,76[1]. Il est quelquefois recouvert d'une ocre rouge de rose. Il se rencontre en grande quantité en Allemagne, en France, etc.

Sous-Espèce 4. — *L'hématite rouge.*

On la trouve en masse, et sous toutes les variétés de formes, stalactiforme, réniforme, globuleuse, etc. Sa couleur tient le milieu entre le rouge brunâtre et le gris d'acier; sa poussière est rouge. A l'intérieur elle est peu éclatante, ou seulement brillante; cet éclat est demi-métallique. Sa cassure est fibreuse; les fragmens sont ordinairement esquilleux ou cunéiformes. Elle se présente en concrétions distinctes grenues et angulaires; elle est dure; aigre, peu aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 4,74[2] à 5,005[3].

Cette sous-espèce consiste essentiellement, comme la

---

[1] Kirwan.
[2] Gellert.
[3] Kirwan.

précédente, dans du peroxide de fer. On a présenté, dans la table suivante, les résultats des analyses qui ont été faites jusqu'à présent de ces sous-espèces.

	FER ROUGE ECAILLEUX.	FER ROUGE COMPACTE.	HEMATITE ROUGE.	
Peroxide de fer.	94,50	100	90	94
Oxide de manganèse.......	—	—	Trace.	Trace.
Silice..........	4,25	—	2	2
Alumine.......	1,25	—	—	—
Chaux.........	—	—	1	Trace.
Eau...........	—	—	3	2
Perte..........	—	—	4	2
	100,0[1]	100[2]	100[3]	100[3]

Espèce 4. — *Hydrate de Fer.*

Cette espèce fut établie par suite des recherches de d'Aubuisson[4] et d'Hauffmann[5], et ces recherches ont fait cesser une grande confusion, qui se faisait remarquer dans le classement des mines de fer, qui doivent être actuellement placées sous cette espèce.

On peut diviser l'hydrate de fer en cinq sous-espèces, se distinguant principalement par la cassure et la contexture.

Sous-Espèce 1re. — *Hydrate fibreux.* — *Hématite brune.*

Il est vraisemblable que les anciens n'appliquèrent la dénomination d'hématite (pierre de sang) qu'à celles des mines qui sont d'une couleur rouge, et qui ont quelque ressemblance avec le caillot du sang ; mais les modernes l'ont étendue à

[1] Henry, Nicholson's quarto jour. III, 456.
[2] Bucholz Gehlen's Journ. Second series, III. 158.
[3] D'Aubuisson, Ann. de Chim. LXXV, 237. La pesanteur spécifique du premier échantillon était 4,8, celle du second 5,0.
[4] Ann. de Chim. LXXV, 225.
[5] Gilbert's Annalen, XXXVIII, 1.

toutes les mines de fer qui fournissent une poussière rougeâtre, pourvu qu'elles soient d'une contexture fibreuse.

On trouve rarement l'hématite brune en masse : elle se présente le plus souvent sous des formes imitatives très-variées. Quelquefois elle est en pseudo-cristaux, consistant en pyramides à six faces à angles aigus. Sa couleur est d'un brun de gérofle qui passe quelquefois au gris d'acier, au brun bleuâtre, ou au jaune d'ocre : quelquefois elle est irisée. A l'extérieur cette hématite est très-éclatante; à l'intérieur elle est peu éclatante; cet éclat tient le milieu entre l'éclat soyeux et l'éclat gras. Sa cassure est fibreuse; les fragmens sont esquilleux, cunéiformes, indéterminés. Elle se présente en concrétions distinctes grenues; elle est dure, aigre, opaque, ayant une pesanteur spécifique de 3,789[1] à 3,951[2]. Elle n'est pas magnétique; sa raclure est d'un jaune d'ocre.

Sous-Espèce 2. — *Hydrate compacte.* — *Mine de Fer brune compacte.*

On trouve cette sous-espèce en masse, sous différentes formes imitatives, souvent fantastiques, quelquefois en pseudo-cristaux. Sa couleur est d'un brun de gérofle. Son éclat à l'extérieur est le brillant, cet éclat est demi-métallique. Sa cassure est ordinairement unie. Les fragmens sont indéterminés à bords obtus. Elle prend par la raclure une couleur d'un brun jaunâtre. Elle est aisément frangible, dure, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 3,4771[3] à 3,752[4].

Sous-Espèce 3. — *Hydrate globuleux.*

On a distingué les trois variétés suivantes de cette sous-espèce.

Variété 1re. — *Fer argileux lenticulaire.* — *Acinose iron-stone.*

Il se trouve dans les montagnes de transition et stratiformes; sa couleur est d'un rouge brunâtre qui passe au gris d'acier et au brun rougeâtre, jaunâtre et noirâtre. On le trouve en masse. A l'intérieur il est peu éclatant, d'un éclat demi-métal-

---

[1] Gellert.
[2] Kirwan.
[3] Brisson.
[4] Kirwan.

lique. Sa cassure a l'apparence terreuse, et quelquefois elle est schisteuse. Ses fragmens sont indéterminés à bords obtus. Il est en concrétions distinctes grenues et lenticulaires. La variété rouge donne une raclure d'un rouge clair, la variété jaune une raclure d'un brun jaunâtre, et la variété noire une raclure d'un noir grisâtre. Il est tendre, aigre, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,770.

VARIÉTÉ 2. — *Fer argileux réniforme.*

OEtites, Pierre d'aigle.

Ce fer se rencontre dans des couches argileuses, dans des montagnes stratiformes. Il est très-commun en Ecosse, ainsi que dans d'autres pays. Sa couleur est un brun jaunâtre qui est plus ou moins foncé dans le même échantillon, étant plus foncé à l'extérieur, et plus clair à l'intérieur. Quelquefois le centre est un grain d'un jaune d'ocre. On le trouve en morceaux arrondis, depuis la grosseur d'une noix jusqu'à celle d'une tête d'homme. Sa cassure près de la surface est unie, près du centre elle est terreuse. L'éclat des couches extérieures est le brillant; c'est un éclat demi-métallique. Le minéral au centre est mat. Les fragmens sont indéterminés. Il se présente en concrétions distinctes; ces concrétions concentriques testacées renferment souvent un noyau mobile. Leur surface est rude et brillante. Les couches extérieures sont tendres, celles de l'intérieur très-tendres. Ce fer est aigre, aisément frangible. Il happe à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,574.

VARIÉTÉ 3. — *Fer argileux pisiforme.*

On le suppose exister dans les montagnes stratiformes, et presque toujours dans des couches argileuses. On le trouve en Ecosse, et dans différentes parties de l'Allemagne. Sa couleur à l'intérieur est d'un brun jaunâtre. A l'extérieur elle est d'un brun rougeâtre, d'un brun jaunâtre ou d'un brun de foie, quelquefois d'un gris jaunâtre. On le trouve en grains petits, ronds, et sphériques. A l'intérieur il varie depuis le mat jusqu'au peu éclatant. Le centre du grain est mat, et il devient brillant à mesure qu'on approche de la surface. Cet éclat est gras. La cassure près du centre est terreuse a grains fins, vers la surface elle est unie. On trouve le fer pisiforme en concrétions distinctes concentriques testacées, ayant

la surface unie et peu éclatante. Sa raclure est d'un brun jaunâtre. Il est tendre, peu aigre, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 5,207.

Sous-Espèce 4. — *Hydrate ocreux.—Fer brun ocreux.*

Cette sous-espèce se rencontre en masse et disséminée. Sa couleur est un brun jaunâtre très-clair. Ce minéral tient le milieu entre le solide et le friable. Il est formé de particules terreuses à gros grains; il est mat ou faiblement brillant. Il est fortement tachant. Très-tendre. Tenant le milieu entre l'aigre et le facile à se laisser couper au couteau; lorsqu'il est légèrement chauffé il rougit.

La *sanguine* ou *crayon rouge*, semble appartenir à cette sous-espèce. Ce minéral, qui se rencontre principalement dans le schiste argileux de plus nouvelle formation, s'emploie le plus ordinairement pour le dessin. On le trouve en masse. Sa couleur est d'un rouge brunâtre clair. La cassure principale est schisteuse, la cassure en travers est terreuse. L'éclat de la cassure principale est le brillant, la cassure en travers est mate. Les fragmens sont ordinairement esquilleux : sa raclure est plus claire et plus éclatante que la cassure. Ce minéral est fortement tachant, très-tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible, maigre au toucher. Il happe à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 3,931 à 3,1391 [1].

Sous-Espèce 5. — *Fer limoneux* [2].

Cette sous-espèce appartient à la formation la plus nouvelle, et l'on croit pouvoir attribuer son origine au dépôt journalier de l'eau dans les terrains marécageux. On a partagé cette sous-espèce en trois variétés.

Variété 1re. — *Fer des marais.*

Sa couleur est d'un brun jaunâtre. Il est quelquefois friable, et quelquefois ses molécules sont presque cohérentes: la variété friable est composée de parties pulvérulentes mates; la variété cohérente est en masse, criblée, et en grains. Ce fer est mat. Sa cassure est terreuse. Il est assez tachant, maigre au toucher, et léger.

---

[1] Blumenbach et Brisson.

[2] Kirwan, II, 179. Brochant, II, 282. Jameson, II, 334.

VARIÉTÉ 2. — *Fer des lieux bourbeux.*

Sa couleur est d'un brun jaunâtre foncé. Il est criblé, vésiculaire, et amorphe. A l'intérieur il est brillant. Sa cassure est terreuse, passant à la cassure inégale à petits grains. Sa raclure est d'un brun jaunâtre. Ce fer est très-tendre, se laissant couper au couteau, et aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,944 [1].

VARIÉTÉ 3. — *Fer des prairies.*

Lorsque ce fer est nouvellement cassé, sa couleur est d'un brun noirâtre. On le trouve en masse, en grains, criblé, etc. A l'intérieur il est éclatant, c'est un éclat gras. Sa cassure est imparfaitement conchoïde à petites cavités, passant quelquefois à la cassure inégale à petits grains. Ses fragmens sont indéterminés à bords obtus. Sa raclure est d'un gris jaunâtre clair. Il est tendre, aigre, très-aisément frangible. Il est pesant.

La table suivante présente les parties constituantes de ces différens hydrates, d'après les analyses les plus exactes qui en aient été faites jusqu'à présent.

	Hematite Brune.		Fer brun compacte.		Œtites.		Fer lenticulaire	Ocre.	Mine de fer des prairies.
Peroxide de fer.	79	82	84	81	76	78	73	83	61
Oxide de manganèse... ...	2	2	1	—	2	Trace.	1	Trace.	7
Eau..........	15	14	11	12	14	13	14	12	19
Silice..........	3	1	2	4	5	7	9	5	6
Alumine.......	—	Trace.	—	—	—	1	—	—	2
Perte..........	1	1	2	3	3	1	3	—	5
	100[1]	100[1]	100[2]	100[2]	100[1]	100[2]	100[1]	100	100

ESPÈCE 5. — *Hydrate de fer et de manganèse* [3].

Terre d'ombre.

Ce minéral, dont on fait usage en peinture, se rencontre

[1] Kirwan.
[2] D'Aubuisson, Ann. de Chim. LXXV, 237.
[3] Jameson, III, 266.

en couches dans l'île de Chypre. Sa couleur est le brun de gérofle; il est en masse. À l'intérieur, il est brillant; c'est un éclat gras. La cassure est conchoïde. Les fragmens sont à bords obtus. Cet hydrate est très-tendre, tachant fortement, très-aisément frangible. Il est maigre au toucher. Il happe fortement à la langue. Il tombe facilement en morceaux dans l'eau. Sa pesanteur spécifique est de 2,06. Ses parties constituantes sont :

Oxide de fer	48
Oxide de manganèse	20
Silice	13
Alumine	5
Eau	14
	100 [1]

Genre IV. — *Sels.*

Espèce 1re. — *Carbonate de fer.*

Il y a deux sous-espèces de ce sel, savoir : le *fer spathique* et le *fer argileux commun.*

Sous-Espèce 1re. — *Fer spathique* [2].

Cette mine est très-commune en Allemagne, en France et en Espagne. Elle se rencontre en petites quantités en Angleterre. On la trouve quelquefois en masses amorphes et quelquefois cristallisée en rhombes, en octaèdres et en dodécaèdres.

Sa couleur est d'un gris jaunâtre clair, passant au brun jaunâtre et au brun noirâtre. Quelquefois elle tient le milieu entre le brun jaunâtre et le gris verdâtre. Par son exposition à l'air ou à la chaleur, les couleurs de ce minéral se changent en brun ou en noir. À l'intérieur, son éclat varie du très-éclatant au brillant, cet éclat est nacré. La cassure est plus ou moins parfaitement lamelleuse. Le clivage est triple. Les fragmens sont en rhombes à angles de 107° [3]. Ce minéral est translucide, quelquefois opaque. Il se présente en concré-

---

[1] Klaproth, Beitrage, III, 140.

[2] Kirwan, II, 190. Bergman, II, 184. Bayen, Journ. de Phys. VII, 213. Razowmoski, Mém. Lausanne, 1783, p. 149. Brochant, II, 264. Jameson, III, 271.

[3] Wollaston.

tions distinctes grenues. Sa raclure est d'un brun jaunâtre. Il est plus dur que le spath calcaire. Il est aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique varie de 3,640 à 3,810 [1]. Au chalumeau il noircit.

La table qui suit présente les parties constituantes de cette sous-espèce.

	MINES DE FER SPATHIQUE.								
	[2]	[2]	[2]	[1]	[3]	[4]	[4]	[5]	[3]
Oxide de fer	52,75	42,38	42,38	49	50,5	55	73,25	57,5	58
Oxide de manganèse	—	—	—	1,5	10	10	10,5	3,5	4,25
Silice	—	—	0,8	—	2	—	—	—	—
Chaux	—	—	—	0,3	0,5	—	2,75	1,25	0,5
Magnésie	5	14	13,6	12,5	2	—	—	—	0,75
Acide carbonique	42,25	43,62	43,22	37,5	34,5	35	13	36	35
Perte	—	—	—	—	0,5	—	—	1,75	1,5
	100,00	100,00	100,00	100,8	10000	100	10000	100,00	10000

Sous-Espèce 2. — *Fer argileux commun.*

Ce minéral se rencontre en couches dans les montagnes stratiformes. On le trouve abondamment répandu en Ecosse et en Angleterre. Sa couleur est le gris jaunâtre clair, inclinant au gris cendré. Cette couleur passe au gris bleuâtre, au brun jaunâtre, rougeâtre, au brun de gérofle; et au rouge brunâtre. Dans les variétés de couleurs claires, ces couleurs changent à l'air. Elles deviennent d'abord jaunâtres, puis brunes, et à la fin noires. Cette sous-espèce se présente en masse, et sous diverses formes figurées, spécialement celle de coquillages. A l'intérieur cette mine de fer est mate. La cassure est ordinairement terreuse, quelquefois conchoïde applatie et unie. Les fragmens sont indéterminés à bords obtus. Elle est tendre, aigre, aisément frangible. Elle happe un peu à la langue. Elle est maigre au toucher. Sa pesanteur spécifique varie de 2,936 à 3,471.

---

[1] Kirwan.

[2] Drappier, Gehlen's Journ. Second series, II, 471.

[3] Collet-Descotils, *ibid.* p. 476.

[4] Bucholz, *ibid.* III, 114.

[5] Klaproth, Beitrage, IV, 107.

La table qui suit présente les parties constituantes de cette sous-espèce.

	FER ARGILEUX COMMUN							
	[1]	[1]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
Oxide de fer	35	39	33,5	42,5	39,1	33,9	20,1	20,2
Oxide de manganèse	—	—	1,5	3	1,1	1,1	1	0,5
Silice	11	5	14,3	13,8	11,9	23,9	19,9	29,9
Alumine	39	40	22,6	13,6	15,8	13	30,2	25,4
Magnésie	2	6	—	—	—	—	—	—
Acide carbonique	—	—	28,1	27,1	32,1	28,1	28,8	21,0
Eau	10	9	—	—	—	—	—	—
Soufre	3	1	—	—	—	—	—	—
	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

ESPÈCE 2. — *Phosphate.*

On a partagé cette espèce en deux sous-espèces, savoir : le *phosphate cristallisé* et le *phosphate terreux*, ou *bleu de Prusse natif.*

SOUS-ESPÈCE 1. — *Phosphate de fer* [3].

On a trouvé ce minéral au Brésil et à l'Ile-de-France. M. Heuland en possède de beaux échantillons venant du Cornouailles. C'est par Vauquelin que la composition en a été connue. Des échantillons de ce minéral, que M. Roch apporta de l'Ile-de-France, furent soumis à l'analyse chimique par Cadet et Laugier.

On assure qu'on le trouve engagé dans une espèce d'argile, en morceaux arrondis. Sa cassure est rayonnée. Il est composé de cristaux capillaires, divergens d'un centre. Les cristaux ont l'apparence de prismes tétraèdres : isolément ils sont translucides. Ils sont presque sans couleur, mais ils sont recouverts d'une poussière bleue qui donne un aspect de la même couleur à tout le minéral. Les parties constituantes des cristaux et de la poussière sont les mêmes.

---

[1] Lampadius, Jameson, II, 323 et 328.
[2] Richter, Crell's Annals, 1796 ; I, 550.
[3] Cadet, Journ. de Phys. LVII, 259. Fourcroy, Ann. de Chim. L, 200.

Sa pesanteur spécifique est de 2,539, selon Cadet, et de 2,6, suivant Laugier.

Sous-Espèce 2. — *Fer terreux bleu*[1].

Bleu de Prusse natif.

D'après l'analyse de Klaproth, on regarde actuellement ce minéral comme un phosphate de fer. Il se rencontre en nids dans des couches d'argile, ou de fer limoneux, ou dans des tourbières et autres terrains marécageux. On le trouve en masse, composé de particules terreuses sans éclat, et friable. Sa couleur est d'abord d'un blanc grisâtre ; mais par l'exposition à l'air elle passe au bleu d'indigo, ou au bleu de smalt. Il est légèrement tachant, rude au toucher, médiocrement pesant. Au chalumeau il devient d'un brun rougeâtre, et se fond en un globule noir brillant, qui colore le borax en un jaune foncé. Il se dissout facilement dans les acides, mais il y devient insoluble lorsqu'il a été chauffé au rouge.

Les parties constituantes de ces minéraux sont :

	Phosphate de fer.		Fer terreux bleu.
Oxide de fer.	41,25 [2]	42,1 [3]	47,5 [4]
Acide phosphorique .	19,25	26,9	32,0
Silice.	1,25	3	——
Alumine	5	5,8	——
Chaux.	——	9,1	——
Eau.	31,25	13,1	20,0
Perte	2	——	0,5
	100,00	100,0	100,0

Espèce 3. — *Arseniate de fer.* — *Mine cubique.*

Ce fut Klaproth qui fit le premier mention de ce minéral ; mais il le prit par erreur pour de l'arseniate de cuivre contenant du fer [5]. On l'a trouvé dans les mines de Carrarach et dans les mines de Muttrell dans le Cornouailles. On en doit la description à Bournon, et l'analyse à Chenevix.

---

[1] Kirwan, II, 185. Brochant, II, 288. Haüy, IV, 119. Jameson, III, 304.

[2] Laugier, Ann. de Chim. L, 214.

[3] Cadet, Journ. de Phys. LVIII, 261.

[4] Klaproth, Beitrage, IV, 120.

[5] Klaproth's Observations on the Minerals of Cornwall, p. 29. English Translation.

Ce minéral est cristallisé en cubes, quelquefois un peu applatis, et dans certains cas ayant les angles tronqués et remplacés par des facettes triangulaires équilatérales. Quelquefois les angles ne sont que tronqués alternativement. Sa couleur est le vert olive. A l'intérieur, il est peu éclatant, d'un éclat qui tient le milieu entre l'éclat nacré et celui du diamant Sa cassure est imparfaitement lamelleuse. Il est en concrétions distinctes grenues Il est translucide. Sa raclure est d'un jaune de paille. Il est aigre, tendre. Sa pesanteur spécifique est de 3,00. Il est quelquefois à l'état d'une poussière jaune rougeâtre [1].

Ses parties constituantes sont :

	Arséniate de fer.	
Oxide de fer.......	48 [2]	45,5 [3]
Oxide de cuivre....	—	9,0
Acide arsenique.....	18	31,0
Silice.............	—	4,0
Chaux.............	2	—
Eau...............	32	10,0
	100	99,5

ESPÈCE 4. — *Chromate de fer* [4].

Ce minéral, qui a été trouvé en France, près Grassin, département du Var, en Sibérie, et près de Baltimore, est en masses irrégulières et cristallisé en octaèdres.

Sa couleur est le brun, sa poussière est d'un gris cendré. Sa cassure est inégale. Il est opaque. Il a un léger éclat métallique. Il est assez dur pour rayer le verre. Sa pesanteur spécifique est de 4,0326. Il ne fond pas au chalumeau sans addition ; mais avec le borax, il se convertit en un grain d'un beau vert. Ce minéral est insoluble dans l'acide nitrique. Etant fondu avec de la potasse et dissous dans l'eau, la dis-

[1] Phil. Trans. 1801, p. 190.

[2] Vauquelin.

[3] Chenevix, Phil. Trans. 1801, p. 221.

[4] Brochant, II, 534. Haüy, IV, 129.

solution prend une belle couleur jaune orangé. Ses parties constituantes sont :

Oxide de chrome.	43,0[1]	53[2]	55,5[3]
Oxide de fer.....	34,7	34	33,0
Alumine........	20,3	11	6,0
Silice..........	2,0	1	2,0
Perte...........	——	1	3,5
	100,0	100	100,0

Espèce 5. — *Silicate.*

Nous connaissons trois silicates de fer différens. Le premier est un silicate hydraté, auquel Berzelius a donné le nom d'*hedenbergite*. Le second est un double silicate de fer et de chaux, que les minéralogistes français ont appelé *yenite*. Le troisième est un double silicate de fer et de manganèse, distingué par Haussmann, sous la dénomination de *pyrodmalite*.

1. *Hedenbergite*[4].

Ce minéral, analysé par Hedenberg, fut décrit pour la première fois par lui en 1807, dans le second volume de l'Afhandlingar. Ce minéral se rencontre en Sudermanie, dans la mine appelée Mormors. Il y est accompagné d'un spath calcaire blanc, dans lequel il forme des couches minces. Sa surface est souvent parsemée de pyrites cubiques, et le minéral est souvent aussi entrecoupé de masses de quartz et de mica.

La couleur de cette pierre est le noir verdâtre, passant quelquefois au brun. Elle est en masse et composée de lames éclatantes. On peut obtenir par leur cassure des rhombes ayant leurs angles à-peu-près semblables à ceux du spath calcaire. La cassure est fibreuse ; les fragmens sont indéterminés à bords aigus. La raclure est d'un vert olive. Ce minéral est rayé par le fluate de chaux, mais il ne l'est pas par

---

[1] Vauquelin, Journ. des Min. N.° LV, 523. L'échantillon venait du Var.

[2] Laugier, Phil. Mag. XXIV, 7. L'échantillon venait de Sibérie.

[3] Klaproth, Gehlen's Journ. Second series, I, 192.

[4] Afhandlingar. II, 164.

le spath calcaire. Sa poussière est d'uu vert olive, inclinant au brun. Il devient phosphorescent, et par la chaleur et par le frottement; mais il ne prend pas l'état électrique. Sa pesanteur spécifique est de 3,154. Au chalumeau, ce minéral perd son éclat et devient magnétique. Ses parties constituantes, d'après l'analyse qu'Hedenberg en a faite, sont, savoir :

Silice.............	40,62
Oxide noir de fer...	35,25
Eau..........	16,05
Chaux............	3,37
Alumine..........	0,37
Oxide de manganèse.	0,75
Acide carbonique..	1,56
Perte.........	2,03
	100,00

2. *Yenite**. — *Lievrite* de Werner.

Ce minéral fut découvert par M. Le Lièvre, qui l'apporta de l'île d'Elbe où il l'avait rencontré. Sa couleur est quelquefois le noir de velours. Il se trouve et en masse et disséminé. La forme de ses cristaux est un prisme tétraèdre rectangle, terminé par une pyramide à 4 faces applaties, dont les faces posent sur les côtés latéraux du prisme à angles de 104°. Quelquefois les bords des prismes sont tronqués. Les côtés de la première variété sont striés en longueur. La cassure est inégale, l'éclat est résineux. Le clivage est triple. Deux sont parallèles aux côtés du prisme; le troisième est parallèle à la plus courte diagonale des rhombes. Ce minéral est opaque, demi-dur; il raie le verre, effet qu'il ne produit pas sur le feldspath. Sa pesanteur spécifique est de 3,82 à 4,06. Par son exposition à l'air, sa surface devient brunâtre ou jaune d'ocre. Au chalumeau il fond en un verre noir, attirable par l'aimant. Il est soluble dans l'acide hydrochlorique.

Ce minéral forme des couches dans des roches qui paraissent tenir le milieu entre l'actinolite et la hornblende.

* Jameson, II, 75.

Ses parties constituantes sont :

Oxide de fer.......	55[1]	57,50[2]
Oxide de manganèse.	3	——
Silice...	28	30
Alumine...........	0,6	——
Chaux.............	12	12,50
Perte.............	1,4	——
	100,0	100,00

3. *Pyrodmalite*[3].

Ce minéral fut découvert par MM. Clason et Henri Gahn, dans la mine de Bjelke dans le Wermeland. Ce fut Haussman qui lui donna son nom d'après la forte odeur de chlore qu'elle exhale lorsqu'il est chauffé au chalumeau.

Sa couleur est le brun de foie. Il cristallise en prismes hexaèdres, qui sont quelquefois très-courts, et quelquefois tronqués sur les bords terminaux. Les plans terminaux des cristaux sont éclatants et nacrés. Les plans latéraux sont éclatans et vitreux. La cassure principale est lamelleuse à clivage quadruple; le plus distinct est celui qui est parallèle aux plans terminaux. Les trois autres sont parallèles aux faces latérales, et sont moins distincts. La cassure principale est éclatante, la cassure en travers est brillante. Ce minéral se présente en concrétions distinctes à lames droites. Il est translucide sur les bords, demi-dur. Il prend, par sa raclure, un blanc brunâtre. Sa poussière est d'un vert clair. Sa pesanteur spécifique est de 3,081.

Au chalumeau il donne des vapeurs d'acide hydrochlorique, et se fond en un globule attirable à l'aimant. Les parties constituantes de ce minéral, d'après l'analyse qu'Hisinger en a faite sont :

Silice..............	35,850
Oxide de fer........	35,480
Oxide de manganèse..	23,444
Acide hydrochlorique.	2,905
Chaux...............	1,210
Perte...............	1,111
	100,000[4]

[1] Descotils, Gehlen's Journ. Second series, III, 87.
[2] Vauquelin, *ibid.*
[3] Afhandlingar, IV, 317. Jameson, III, 311.
[4] *Ibid.* IV, 324.

ESPÈCE 6. — *Tungstate.* — *Wolfram*[1].

Cette espèce se trouve dans différentes parties de l'Allemagne, en Suède, dans le Cornouailles, en France et en Espagne ; et presque constamment accompagnée de mines d'étain. On la rencontre en masse et cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Haüy, un parallélipipède rectangle, dont la longueur est 8,66, la largeur 5, et l'épaisseur 4,33[2]. Dans beaucoup de cas les angles, et quelquefois les bords du cristal, sont tronqués.

La couleur de ce minéral tient le milieu entre le noir brunâtre et le gris foncé. Sa raclure est d'un brun rougeâtre, et sa poussière tache le papier de la même couleur. Il est peu éclatant, c'est l'éclat métallique. La cassure est lamelleuse. La cassure en travers est inégale, à gros et à petits grains. Il se sépare aisément en lames par la percussion. Il se présente en concrétions distinctes testacées. Cette espèce est opaque, tendre, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 7,006[3] à 7,333[4]. Elle est médiocrement électrique par communication. Elle n'est pas attirable à l'aimant. Elle ne se fond point au chalumeau. Avec le borax, elle forme un globule verdâtre, et avec le sel microcosmique un globule transparent d'un rouge foncé[5].

Ses parties constituantes sont :

Acide tungstique......	67	78,775
Protoxide de fer.......	18	18,320
Protoxide de manganèse.	6,25	6,220
Silice................	1,50	1,250
Perte................	7,25	— —
	100,00[6]	104,565[7]

[1] Kirwan, II, 316. De Luyart, Mém. Toulouse, II, 141. Gmelin, Crell's Journ Eng. Trans. III, 127, 205 et 293. La Pérouse, Journ. des Mines, n.° IV, p. 23. Brochant, II, 456. Haüy, IV, 314. Jameson, III, 549.

[2] Journ des Min. N.° XIX, 8.

[3] Kirwan.

[4] Haüy.

[5] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XIX, p. 11.

[6] Vauquelin et Hecht, Journ. des Min. N.° XIX, p. 11.

[7] Berzelius, Afhandlingar, IV, 302.

Espèce 7. — *Sulfate.*

Ce sel se rencontre quelquefois avec les pyrites ferrugineuses. Ses propriétés ont été précédemment décrites dans cet ouvrage.

On donne ordinairement à ce minéral le nom de vitriol natif. C'est un mélange des sulfates de fer, de cuivre et de zinc.

Espèce 8. — *Sous-sulfate ? — Mine de fer poissée* [1].

Ce minéral, qui se rencontrait autrefois à Freyberg, a été trouvé dernièrement dans la Haute-Silésie. Sa couleur est le noir grisâtre, passant au brun de foie foncé. Cette espèce se présente en croutes. A l'intérieur elle est très-éclatante, d'un éclat gras. Sa cassure est imparfaitement conchoïde, les fragmens sont indéterminés à bords aigus. Elle est tendre ; sa raclure est d'un jaune citron. Sa pesanteur spécifique est de 2,407. Ce minéral, lorsqu'on le place dans l'eau, devient rouge, transparent et vitreux.

Ses parties constituantes sont :

Peroxide de fer........	67
Acide sulfurique.......	8
Eau..................	20
Perte................	5
	100 [2]

Ordre X. — *Mines de Manganèse* [3].

Les mines de manganèse se rencontrent dans les montagnes primitives et dans celles de transition. Elles sont très-répandues. On en trouve en très-grandes quantités en Allemagne, en France, en Espagne, dans la Grande-Bretagne, en Suède, en Norwège, en Sibérie et dans d'autres pays.

On n'a trouvé jusqu'ici le manganèse qu'à l'état d'oxide. La Pérouse crut à la-vérité l'avoir rencontré à l'état métallique ; mais la quantité en était trop petite pour admettre

---

[1] Jameson, III, 229.

[2] Klaproth, Beitrage, V, 221.

[3] Pott, Miscellan. Beroleus. VI, 49. Margraff. Mém. Berlin, 1773, p. 3. La Pérouse, Journ. de Phys. XVI, 156; XV, 67, et XXVIII, 68. Sage, Mém. Par. 1785, p. 235.

des expériences décisives. On a indiqué, dans la table qui suit, celles des mines de ce métal qui ont été décrites.

I. Oxides.

1. Manganèse gris.
2. Manganèse noir.
5. Oxide sulfuré.

II. Sels.

1. Phosphate.
2. Silicate.

GENRE I[er]. — *Oxides.*

ESPÈCE 1.[re] — *Manganèse gris* *.

Ce minéral se rencontre en grande quantité dans différentes parties du globe. Werner partage cette espèce en quatre sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1[re]. — *Manganèse gris rayonné.*

Sa couleur est un gris d'acier plus ou moins foncé. On le trouve en masse, disséminé, ou cristallisé en prismes tétraèdres, terminés par des sommets à 4 ou à 2 faces. Les faces des prismes sont striées en longueur. A l'intérieur ce manganèse est éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est rayonnée. La surface de la cassure est striée. Les fragmens sont esquilleux ou cunéiformes. Il se présente en concrétions distinctes grenues. Sa raclure est la même. Il est tachant, tendre, aigre, difficile à rompre ; sa pesanteur spécifique est de 3,7076 à 4,756.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Manganèse gris lamelleux.*

Sa couleur est un gris d'acier. On le trouve en masse, disséminé, ou cristallisé en rhombes alongés. A l'intérieur ce manganèse est éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il donne une raclure noire et mate. Il est tachant, tendre, aigre, aisément frangible ; sa pesanteur spécifique est de 3,742.

SOUS-ESPÈCE 3 — *Manganèse gris compacte.*

Sa couleur est un gris d'acier. On le trouve en masse et

---

* Kirwan, II, 291. Brochant, II, 414. Haüy, IV, 243. Jameson, III, 315.

disséminé. A l'extérieur il est mat, à l'intérieur il est peu éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est unie, tendant quelquefois à la cassure conchoïde applatie. Les fragmens sont indéterminés, à bords peu aigus. Il se présente rarement en pièces séparées, quelquefois en concrétions distinctes testacées épaisses. Sa pesanteur spécifique est de 4,407. Sous les autres rapports il ressemble à la sous-espèce précédente.

Sous-Espèce 4. — *Manganèse gris terreux.*

Sa couleur est un gris d'acier foncé, inclinant un peu au bleuâtre. On le trouve en masse. Il est composé de parties écailleuses très-fines, ayant un éclat brillant, métallique. Il est très-tachant. Ses molécules sont plus ou moins agglutinées. Il est maigre au toucher et médiocrement pesant.

Le manganèse gris, traité au chalumeau, devient d'un noir brunâtre, mais sans se fondre. Il donne une couleur violette au borax.

Espèce 2. — *Manganèse noir*.*

Ce minéral est rare : il accompagne ordinairement l'antimoine gris. Sa couleur tient le milieu entre le noir brunâtre et le noir grisâtre. On le trouve en masse, disséminé, ou cristallisé en octaèdres. La surface des cristaux est lisse et éclatante. A l'intérieur il est peu éclatant. Sa cassure est imparfaitement lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il se présente en petites concrétions distinctes, grenues. Sa raclure est d'un brun rougeâtre. Il est opaque, demi-dur, aigre, pesant.

La table suivante présente les parties constituantes de ces espèces d'après les analyses qui en ont été faites jusqu'ici.

---

* Brochant, II, 424. Jameson, III, 324.

	MANGANÈSE GRIS RAYONNÉ.					MANGANÈSE GRIS COMPACTE.			
Oxide de manganèse.....	92,75[1]	99,25[1]	83,5[2]	82,0[2]	86,0[2]	68[3]	67[3]	83,7[3]	72[3]
Oxide de fer...........	7,00		2,0		3,0	18	13,5		
Charbon..............					1,5			0,4	
Chaux................				8,5		7	6,0		7
Barite................			1,5	2,0		4	5	14,7	9
Silice................			7,5	7,0	5,0	3	7	1,2	6
Eau..................		0,50							
Perte.................	0,25	0,25	5,5	0,5	4,5		1,5		6
	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0	100	100,0	100,0	100

[1] Klaproth, Beitrage. III, 303. Cet échantillon provenait d'Ilefeld au Hartz.

[2] Cordier et Beaunier, Journ. de Min., n° LVIII, p. 778 Le premier échantillon fournit 38 pour cent d'oxigène; le second 36,5; et le troisième 42. La chaux, dans le second échantillon, était à l'état de carbonate.

[3] Cordier et Beaunier, *ibid.* Le premier échantillon provenait de Saint-Micaud; il fournit 33 pour cent d'oxigène; le second de Périgueux: on en obtint 17 pour cent. La chaux n'était pas pure, elle s'y trouvait mêlée avec de la magnésie, du fer et du manganèse; le troisième échantillon fut pris à Romanèche; il fournit 33,7 pour cent d'oxigène; le quatrième de Laveline, produisit 17 pour cent d'oxigène. La chaux contenue dans celui-ci, était à l'état de carbonate.

Espèce 3. — *Oxide sulfuré* [1].

Ce minéral a été trouvé dans le Cornouailles, et à Nagyag en Transilvanie. Sa couleur, lorsqu'il est fraichement rompu, est le gris d'acier foncé, qui devient, par l'exposition du minéral à l'air, d'un noir brunâtre. On rencontre cet oxide en masse. Sa cassure fraîche est très-éclatante. La cassure ternie est éclatante, c'est l'éclat métallique. La cassure est imparfaitement lamelleuse, tendant à la cassure inégale à grains fins. Ce minéral est opaque, tendre, se laissant couper au couteau. Sa raclure est jaunâtre. Sa pesanteur spécifique est de 3,950. Au chalumeau, il donne du soufre et teint le borax en bleu violet.

Ses parties constituantes sont :

Oxide de manganèse.....	82,0	85
Soufre................	11,5	15
Acide carbonique.......	5,0	—
Perte.................	1,5	—
	100,0 [2]	100 [3]

Genre II. — *Sels.*

Espèce 1re. — *Phosphate de Manganèse* [4].

Ce minéral fut découvert près de Limoges, par Alluau, qui le fit parvenir à Vauquelin, comme étant une mine d'étain. On le trouve en masse. Sa couleur est le noir corbeau. La surface est terreuse et sans éclat. A l'intérieur ce phosphate est éclatant, c'est un éclat gras. La cassure est parfaitement lamelleuse applatie. Les fragmens sont indéterminés, à bords assez aigus. Ce minéral est translucide sur les bords; lorsqu'on le tient entre l'œil et la lumière, il paraît vert noirâtre sur les bords. Il raie le verre, il est aigre, difficile à rompre. Sa pesanteur spécifique est de 3,956. Au chalumeau, il se fond en un émail noir.

---

[1] Jameson, III, 332.
[2] Klaproth, Beitrage. III, 42.
[3] Vauquelin, Gehlen's Journ. Second series, II, 34.
[4] Journ. des Min. N.° LXIV, 295. Ann. de Chim. XLI, 241. Brochant, II, 533. Jameson, III, 333.

Ses parties constituantes sont:

Acide phosphorique......	27
Oxide de manganèse......	42
Oxide de fer.............	31
	100 [1]

ESPÈCE 2. — *Silicate de manganèse* [2].

On a trouvé ce minéral à Longbanshytta dans le Wermeland, en Suède. Sa couleur est le rouge de rose. Il est en masse. La cassure est lamelleuse, à triple clivage comme le feldspath. Il est opaque lorsqu'il est en grosses masses; mais dans les esquilles, il est translucide. Il donne des étincelles avec l'acier et il raie le verre. Sa pesanteur spécifique est de 3,5384. Au chalumeau, il devient brun foncé, et il finit par se fondre en un grain brun rougeâtre.

Ses parties constituantes sont, d'après l'analyse de Berzelius, savoir :

Peroxide de manganèse.....	52,60
Silice....................	39,60
Oxide de fer..............	4,60
Chaux.....................	1,50
Matière volatile..........	2,75
	101,05 [3]

ORDRE XI. — *Mines d'Urane.*

Les mines d'urane se rencontrent en Saxe, en Bohême, en Norwège, dans le Cornouailles, en France, et on les trouve en filons dans des montagnes primitives. On ne les a jamais observées qu'à l'état d'oxide.

Les espèces actuellement connues sont :

I. Oxides.

1. Protoxide, ou mine de poix.
2. Micacé vert, ou hydrate.
3. Ocre d'urane, ou peroxide.

---

[1] Vauquelin, Ann. de Chim. XLI, 242.

[2] Hisinger, Afhandlingar, I, 105.

[3] Afhandlingar, I, 110.

GENRE I.er — *Oxides.*

ESPÈCE 1.re — *Mine de Poix.* — *Pech-blende*[1].

On trouve cette mine à Johann-Georgen-Stadt en Saxe, à Joachims-Thal en Bohême, et à Conigsberg en Norwège; elle se rencontre ou en masse ou disséminée.

Sa couleur est le noir de velours ou le noir grisâtre foncé. Sa raclure est semblable. Son éclat à l'intérieur est le brillant, c'est un éclat gras. Sa cassure est imparfaitement conchoïde applatie. Ses fragmens sont indéterminés, à bords aigus. Ce minéral se présente en concrétions distinctes, lamelleuses à lames courbes épaisses, et grenues à gros grains anguleux. Il est tendre, très-aigre. Sa pesanteur spécifique est de 6,3785[2] à 7,5, et même plus[3]. Il se dissout imparfaitement dans les acides sulfurique et hydrochlorique, et entièrement dans l'acide nitrique et dans l'acide hydro-chloro-nitrique. Sa dissolution est d'une couleur jaune de vin. Il est infusible dans un creuset avec les alcalis, ainsi qu'au chalumeau sans addition. Il forme, avec le borax et la soude, une scorie grise opaque : avec le sel microcosmique, un verre de couleur verte. Klaproth analysa un échantillon de cette mine venant de Joachimsthal; elle contenait :

Urane.............	86,5
Plomb sulfuré......	6,0
Silice.............	5,0
Oxide de fer.......	2,5
	100,0[4]

ESPÈCE 2. — *Hydrate d'Urane.* — *Urane micacé*[5].

Mica vert. Chalcolite.

L'urane micacé se rencontre dans le Cornouailles, en France, à Johann-Georgen-Stadt, et près d'Eibenstock et Rheinbreidenbach[6]. Il est quelquefois en couches superficielles; mais le plus communément il est cristallisé. Ses cris-

[1] Kirwan, II, 305. Jameson, III, 553.
[2] Morveau, Journ. des Mines, N.° XXXII, 610.
[3] Klaproth, Beitrage, II, 197.
[4] Beitrage, II, 221.
[5] Kirwan, II, 304. Haüy, IV, 283. Brochant, II, 463. Jameson, III, 556.
[6] Gmelin.

taux sont des tables rectangulaires à 4 faces, des cubes et des octaèdres.

Sa couleur est le vert de pré, passant au vert émeraude et au vert serin. A l'extérieur il est très-éclatant ; à l'intérieur il est éclatant et peu éclatant, c'est l'éclat nacré. Il est translucide. Sa cassure est lamelleuse. Ce minéral est tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,190 à 3,3 [1]. Il se dissout dans l'acide nitrique sans effervescence. Il est infusible par les alcalis.

Ses parties constituantes, d'après l'analyse de Grégor, sont :

Oxide d'urane........	74,4
Oxide de cuivre.......	8,2
Eau.................	15,4
Perte	2,0
	100,0 [2].

L'urane micacé est l'urane oxidé mélangé d'un peu d'oxide de cuivre.

ESPÈCE 3. — *Ocre d'Urane* [3].

Cette espèce, qui accompagne les autres mines d'urane, se partage en deux sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Friable.*

Sa couleur est le jaune de paille, qui passe au jaune citron, au brun jaunâtre, au jaune orange, et quelquefois au rouge aurore. On la trouve ordinairement en couches superficielles sur la blende de poix. Elle est composée de parties pulvérulentes, mates. Elle est friable, un peu tachante, maigre au toucher, médiocrement pesante.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Endurcie.*

Sa couleur est la même que celle de l'espèce précédente. On la trouve en masse et disséminée. A l'intérieur elle est mate et quelquefois brillante. Sa cassure est inégale, à petits grains ; quelquefois elle est terreuse, et quelquefois conchoïde à petites cavités. Les fragmens sont indéterminés.

---

[1] Gregor.
[2] Annals of Philosophy, V, 284.
[3] Kirwan, II, 303. Brochant, II, 466. Jameson, III, 559.

Elle est opaque, tendre, aigre, très-peu tachante. Sa pesanteur spécifique est de 3,15 à 3,2438 [1].

Ordre XII. — *Mines de Cerium.*

Ce métal n'a encore été trouvé jusqu'à présent, que dans le seul état de sel. On en connaît sept espèces qui sont des silicates ou des fluates. Ces espèces sont :

1. Silicate de cérium ou cerite.
2. Silicate de cérium et de fer ou allanite.
3. Silicate d'yttria, de cérium et de fer, ou gadolinite.
4. Yttrocerite.
5. Orthite.
6. Fluate de cérium.
7. Sous-fluate de cérium.

Espece 1.re — *Cérite* [2].

Le cérite se trouve à Bastnas près de Riddarhytta dans le Westmeland. Sa couleur varie depuis le rouge de carmin jusqu'au brun de gérofle et au brun rougeâtre. On le trouve en masse et disséminé. A l'intérieur il est à peine brillant, c'est un éclat gras. Sa cassure est esquilleuse à grains fins. Les fragmens sont indéterminés, à bords peu aigus. Il est opaque. La raclure est d'un blanc grisâtre. Sa poussière est d'un gris rougeâtre ; il est demi-dur, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 4,660. Ses principes constituans sont, suivant l'analyse de Hisinger, savoir :

Silice................	18
Oxide de cerium......	68,59
Oxide de fer..........	2,00
Chaux................	1,25
Eau et acide carbonique.	9,60
Perte..............	0,56
	100,00 [3]

Espèce 2. — *Allanite* [4].

Ce minéral fut trouvé à Giesecké, dans une roche de granite dans le Groenland occidental. Je le décrivis et l'analysai il y a environ sept ans. J'ai vu, dans le musée de la compagnie des Indes, un échantillon du même minéral, qui était venu de

[1] Lamétherie et Haüy.
[2] Klaproth, Gehlen's Journ. II, 305 ; et Beitrage. IV, 140.
[3] Afhandlingar, III, 283.
[4] Edimburg Transactions. VI, 385.

l'Indostan. Sa couleur est le noir brunâtre. On ne l'a rencontré jusqu'à présent qu'en masse. Il est mat à l'extérieur. A l'intérieur il est éclatant, d'un éclat résineux. Sa cassure est conchoïde à petites cavités. Les fragmens sont indéterminés anguleux, et à bords aigus. Ce minéral est opaque. Sa raclure est d'un gris verdâtre. Il raie le verre et la hornblende. Il est aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,523 à 4,001. Au chalumeau, il devient écumeux, et se fond imparfaitement en une scorie noire.

Ses parties constituantes sont :

Silice..	35,4
Oxide de cérium.	33,9
Oxide de fer...	25,4
Chaux........	9,2
Alumine.......	4,1
Humidité......	4,0
	112,0

Espèce 3. — *Gadolinite* [1].

Ce minéral fut observé pour la première fois par le capitaine Arhenius, qui le trouva engagé dans un feldspath blanc dans la carrière d'Ytterby en Suède. Il reçut le nom de *gadolinite* de celui de Gadolin, le premier chimiste qui en reconnut la composition. Sa couleur est le noir de velours passant quelquefois au brun. On le rencontre en masse; il est éclatant, d'un éclat vitreux. La cassure est conchoïde. Il est dur. Il raie le quartz. Ce minéral est opaque, aigre; sa pesanteur spécifique est de 4,0497. Il se convertit en gelée dans l'acide nitrique étendu chaud. Au chalumeau, il pétille, prend une couleur rouge blanchâtre, mais sans se fondre. Avec le borax il produit un verre d'un jaune topase.

Ses parties constituantes sont :

Silice..............	25,80	24,16
Yttria..............	45,00	45,93
Protoxide de cérium.	16,69	16,90
Protoxide de fer....	10,26	11,34
Matière volatile....	0,60	0,60
Perte..............	1,65	1,07
	100,00	100,00 [2]

[1] Haüy, III, 141. Brochant, II, 512. Klaproth, III, 52. Jameson, III, 565.

[2] Berzelius, Afhandlingar, IV, 225.

ESPÈCE 4. — *Yttrocerite.*

Ce minéral se rencontre à Finbo en Suède ; il a été décrit et analysé par Berzelius. Il se présente en masses amorphes, variant dans leurs dimensions, depuis une croute mince jusqu'au-delà de 200 grammes en poids ; il est disséminé à travers du quartz. Sa couleur varie ; elle est violette, rouge grisâtre, blanche, grise, et souvent toutes ces couleurs sont mêlées dans le même échantillon. La cassure est lamelleuse. Elle est peu éclatante. Cette espèce est opaque. Elle est rayée par le couteau et par le quartz ; elle raie le spath fluor. Sa pesanteur spécifique est de 3,447. Au chalumeau, elle perd sa couleur et blanchit, mais elle ne fond pas. Mêlée avec du gyspse elle se fond promptement en un grain. Ce minéral réduit en poudre fine, se dissout complètement dans l'acide hydrochlorique, et la dissolution prend une couleur jaune.

Ses parties constituantes sont :

Chaux, de...........	47,63	à	50,00
Yttria, de............	9,11	à	8,10
Oxide de cérium, de...	18,22	à	16,45
Acide fluorique, de....	25,05	à	25,45
	100,01		100,00
Ou, fluate de chaux, de....	65,162	à	68,18
Fluate d'yttria, de.....	11,612	à	10,60
Fluate de cerium, de..	23,226	à	21,22
	100,000		100,00 *

ESPÈCE 5. — *Orthite.*

Ce minéral se rencontre en filons dans un granite à Finbo en Suède. Il y fut découvert dans l'été de 1816, par le professeur Berzelius et l'accesseur Gahn. Il se rapproche considérablement dans son apparence, de la gadolinite ; mais il en diffère par sa fusibilité.

* Afhandlingar, IV, 151.

Ses parties constituantes sont:

Silice	32,00
Chaux	7,84
Alumine	14,80
Protoxide de cérium	19,50
Protoxide de fer	12,44
Protoxide de manganèse	3,44
Yttria	3,44
Eau	5,36
	98,82 *

On trouve à Korervet une variété de ce minéral, qui contient les 0,25 de charbon. Berzelius lui a donné le nom de *pyrorthite*, parce que, chauffée au chalumeau, elle prend feu.

Espèce 6. — *Fluate de Cérium.*

Ce minéral a été découvert à Finbo, avec l'espèce qui précède. Il est cristallisé en prismes hexaèdres réguliers.

Ses parties constituantes sont:

Protofluate de cérium	30,43
Perfluate de cérium	68,00
	98,43

Espèce 7. — *Sous-fluate de cérium.*

Ce minéral se rencontre avec le précédent. Il a une très-grande ressemblance avec le jaspe porcelaine. Sa couleur est jaune, et dans sa forme, il donne des indices de cristallisation. Il consiste dans de l'acide fluorique combiné avec deux fois autant de protoxide et de peroxide de cérium qu'il en existe dans l'espèce précédente.

Ordre XIII. — *Mines de Tantale.*

Le tantale n'a été trouvé jusqu'à présent qu'à l'état d'oxide, constituant deux espèces, qu'on a distinguées par les noms de *tantalite* et d'*yttrotantalite*.

---

* Annals of Philosophy, IX, 160.

ESPÈCE 1re. — *Tantalite.*

Columbite de Hatchett.

Ce minéral a été trouvé en Finlande, dans la paroisse de Kimito, disséminé dans du granite. On ne sait pas précisément d'où provenait l'échantillon analysé par Hatchett. On connaît depuis long-temps ce minéral; mais avant l'analyse d'Ekeberg, on l'avait pris par erreur pour une mine d'étain. Il se présente en cristaux irréguliers, dont la forme paraît être celle de l'octaèdre. Sa couleur est entre le gris bleuâtre, et le noir de fer. Sa surface est lisse et un peu brillante. A l'intérieur il est éclatant, d'un éclat métallique. Sa raclure est d'un gris noirâtre se rapprochant du brun; il est très-dur; et n'est point magnétique. Sa pesanteur spécifique est de 7,953.

Ses parties constituantes, d'après l'analyse de Berzelius, sont :

Protoxide de tantale....	83,20
Protoxide de fer.......	7,20
Protoxide de manganèse.	7,40
Oxide d'étain..........	0,60
Perte.................	1,60
	100,00 [1]

ESPÈCE 2. — *Yttro-tantalite* [2].

Ce minéral se rencontre au même lieu que la gadolinite, dans la carrière d'Ytterby. Sa couleur est le gris de fer foncé, le brun jaunâtre et le brun foncé. Il se présente en masse et cristallisé en prismes hexaèdres obliquangles. Sa cassure est lamelleuse. Il est brillant, d'un éclat métallique. Sa poussière est grise. Ce minéral est opaque. Il raie le verre. Sa pesanteur spécifique varie de 5,395 à 5,882. Au chalumeau, avec le phosphate de soude, la variété noire se fond en un verre transparent d'un rouge jaunâtre; la variété jaune se fond également dans un verre opaque, d'un rouge de rose, et la variété brun foncé dans un verre opaque gris-verdâtre.

[1] Afhandlingar, IV, 264.
[2] Berzelius, Afhandlingar, IV, 267.

Les parties constituantes de ce minéral sont, d'après l'analyse de Berzelius, savoir :

Oxide de tantale.....	57,00	60,124	51,815
Acide tungstique.....	8,25	1,044	2,592
Yttria..............	20,25	29,780	38,515
Chaux..............	6,25	0,500	3,260
Oxide de fer.........	3,50	1,155	0,555
Oxide d'urane.......	0,50	6,622	1,111
Perte...............	4,25	0,775	2,152
	100,00	100,000	100,000*

ORDRE XIV. — *Mines de cobalt.*

On trouve les mines de cobalt dans les montagnes primitives, dans celles de transition, ainsi que dans les montagnes stratiformes. Comme elles ne sont pas très-abondantes, elles sont d'un plus grand prix que plusieurs de celles des autres métaux dont j'ai déjà traité. Elles se rencontrent le plus souvent en Allemagne, en Suède, en Norwège et dans la Hongrie : on en a aussi trouvé en Angleterre et en France, mais en moindres quantités.

Il est peu de mines de cobalt qui aient été analysées avec précision ; de là naît la confusion qui rend encore obscures leur description et leur classification minéralogiques. La table suivante présente les différentes espèces de ces mines connues, rangées d'après la composition qu'on leur suppose.

I. Alliages.

1. Cobalt blanc.
2. Cobalt gris.
3. Cobalt éclatant.

II. Sulfures.

1. Pyrite de cobalt.

III. Oxides.

1. Ocre de cobalt noire.
2. Ocre de cobalt brune.
3. Ocre de cobalt jaune.

IV. Sels.

2. Arseniate de cobalt.
2. Sulfate.

---

* Berzelius, Afhandlingar, IV, 267. Le premier échantillon était noir, le second jaune, le troisième brun foncé.

GENRE Ier. — *Alliages.*

ESPÈCE 1re. — *Cobalt blanc* [1]. — *Weisser speiskobolt des Allemands.*

C'est l'espèce des mines de cobalt la plus commune.

Sa couleur est le blanc d'étain, inclinant légèrement au rougeâtre. Acquérant une couleur terne grisâtre. On la trouve ordinairement en masse, ou sous des formes particulières; quelquefois cristallisée en cubes, d'autrefois en dodécaèdres. Les cristaux sont le plus souvent petits. Leurs faces sont lisses. A l'extérieur ce cobalt est très-éclatant, à l'intérieur il l'est peu, c'est l'éclat métallique. La cassure est inégale à grains fins. Elle est quelquefois fibreuse et rayonnée. Les fragmens sont indéterminés, à bords assez aigus. Il ne se présente pas ordinairement en pièces séparées, mais quelquefois en concrétions distinctes grenues. Il est demi-dur, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 7,379. Il émet, lorsqu'il est frappé, une odeur arsenicale.

Ses parties constituantes, d'après l'analyse qui en a été faite par Laugier, sont :

Arsenic	68,5
Fer	9,7
Cobalt	9,6
Soufre	7,0
Silice	1,0
Perte	4,2
	100,0 [2]

ESPECE 2. — *Cobalt gris* [3].

Ce cobalt se rencontre dans diverses parties de l'Allemagne, dans le Cornouailles, en France, etc. Sa couleur est un gris d'acier clair, passant au blanc; mais par son exposition à l'air, il acquiert promptement une couleur noire grisâtre terne. On trouve ce minéral en masse, disséminé, tubiforme, et en lames miroitantes. A l'intérieur, il est brillant, d'un éclat métallique. La cassure est unie, passant quelquefois

[1] Jameson, III, 495.
[2] Ann. de Chim. LXXXV, 35.
[3] Jameson, III, 497.

à la cassure conchoïde applatie à grandes cavités, et à la cassure inégale à grains fins. Les fragmens sont indéterminés, à bords assez aigus. Il se présente rarement en concrétions distinctes testacées. Il ne change point par la raclure. Ce minéral est demi-dur, très-aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 5,571 [1].

Ses parties constituantes sont, suivant les analyses qui en ont été faites par Stromeyer et Laugier :

Arsenic	50	....	74,2174
Silice	25	....	———
Fer	12,5	....	3,4257
Cobalt	12,7	....	20,3135
	100,2 [2]	Cuivre..	0,1586
		Soufre..	0,8860
			99,0012 [3]

La silice entre-t-elle dans la composition de cette mine, à l'état de silicium, ou comme corps étranger ?

Espece 3. — *Cobalt éclatant* [4].

Cette espèce de mine se rencontre en couches dans le schiste micacé, à Tunaberg en Suède, d'où viennent la plupart des échantillons cristallisés. On la trouve aussi à Los et à Modum en Norwège, et à Giern en Silésie. Sa couleur est le blanc d'argent, quelquefois un gris terne. Elle se présente en masse, sous des formes diverses particulières, et cristallisée en cubes et en octaèdres. La surface de ses cristaux est lisse et très-éclatante. A l'intérieur, ce cobalt est peu éclatant ; c'est l'éclat métallique. La cassure est lamelleuse ; la cassure en travers est conchoïde à petites cavités. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. On trouve quelquefois ce minéral en concrétions distinctes grenues. Il est demi-dur, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 6,4509 [5]. Sa raclure est grise.

---

[1] Kirwan.
[2] Ann. de Chim. LXXXV, 33.
[3] Stromeyer, Annals of Philosophy, X, 228.
[4] Jameson, III, 499.
[5] Haüy.

Ses parties constituantes sont :

Cobalt........	36,7[1]	44,0[2]	33,1012[3]
Arsenic.......	49,0	55,5	43,4644
Fer...........	5,6	——	3,2324
Soufre........	6,5	0,5	20,0840
Perte.........	2,2	——	0,1180
	100,0	100,0	100,0000

Genre II. — *Sulfures.*

Espèce 1re. — *Pyrite de cobalt*[4].

Ce minéral se rencontre dans la mine de New-Bastnas ou Saint-Gorans à Riddarhyttan en Suède. Il est en couches dans du gneiss, où il accompagne l'actinolite et la pyrite cuivreuse. Il a été fait itérativement mention de cette espèce dans les écrits des minéralogistes suédois, quoiqu'elle ne soit point admise dans les systêmes modernes de minéralogie. Sa couleur est le gris d'acier clair. On la trouve en masse et cristallisée, mais d'une manière si confuse, qu'il n'est pas possible de déterminer la figure des cristaux. Ce minéral est éclatant, d'un éclat métallique. Sa cassure est inégale grenue. Il est demi-dur, et non-attirable à l'aimant. Au chalumeau, il émet une odeur sulfureuse, et se fond en un globule gris, qui colore le verre et le borax en un bleu de smalt.

Ses parties constituantes sont :

Cobalt................	43,20
Cuivre................	14,40
Fer...................	3,53
Soufre................	38,50
Matière pierreuse.......	0,33
Perte.................	0,04
	100,00[5]

---

[1] Tassaert, Ann. de Chim. XXVIII, 100.

[2] Klaproth, Beitrage, II, 307.

[3] Stromeyer, Annals of Philosophy, X, 228.

[4] Hisinger, Afhandlingar, III, 316.

[5] *Ibid.*

Genre III. — *Oxides.*

Espèce 1re. — *Cobalt noir* [1].

Le cobalt noir se rencontre dans plusieurs parties de l'Allemagne. On le trouve ou à l'état pulvérulent, ou à l'état endurci, et par conséquent on a partagé cette espèce en deux sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Terreux.*

Sa couleur est un noir bleuâtre, passant quelquefois au noir brunâtre. Il est composé de parties pulvérulentes, un peu tachantes, plus ou moins agglutinées. La raclure est éclatante. Il est maigre au toucher, léger, presque surnageant. Au chalumeau il donne une fumée blanche ayant une odeur arsenicale : et il colore le borax en bleu.

Sous-Espèce 2. — *Endurci.*

Sa couleur est communément le noir bleuâtre. On le trouve en masse, disséminé ou superficiel. Il est à peine brillant à l'extérieur ; à l'intérieur il est mat. Sa cassure est terreuse à grains fins. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Sa raclure est éclatante, cet éclat est gras. Il est très-tendre, se laissant couper au couteau, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 2,019 à 2,425 [2]. On considère ce cobalt comme l'oxide pur de ce métal ; mais il n'a pas encore été analysé.

Espèce 2. — *Ocre de cobalt brune* [3].

Cobalt terreux brun.

Ce minéral paraît appartenir particulièrement aux montagnes stratiformes. Il se rencontre en Saxe et en Espagne. Sa couleur est un brun de foie qui passe quelquefois à un brun jaunâtre et même au noir. On le trouve en masse et disséminé. Il est mat. Sa cassure est terreuse à grains fins. Ses fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Sa raclure est de même couleur, mais éclatante. Il est très-tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible. Il est léger.

---

[1] Kirwan, II, 275. Brochant, II, 396. Haüy, IV, 214. Jameson, III, 503.

[2] Gellert.

[3] Jameson, III, 507.

Espece 3. — *Ocre de cobalt jaune*[1].

Cobalt terreux jaune.

Ce minéral se rencontre dans les mêmes endroits que le cobalt terreux brun ; mais il est plus rare. Sa couleur est un jaune de paille sale, passant quelquefois au gris jaunâtre. On le trouve en masse. A l'intérieur il est mat. Sa cassure est terreuse à grains fins. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il prend de l'éclat par la raclure. Il est tendre, passant au friable, se laissant couper au couteau. Il est aisément frangible. Il est léger.

Genre IV. — *Sels.*

Espèce 1re. — *Cobalt arseniaté*[2].

Ocre de cobalt rouge.

Cette espèce accompagne plusieurs des autres mines de cobalt ; on l'a partagée en deux sous-espèces.

Sous-Espèce 1re. — *Cobalt en croute.*

Cobalt terreux rouge.

Sa couleur est un rouge fleur de pêcher. On le trouve rarement en masse, mais souvent en couches superficielles veloutées. Il est mat ou quelquefois brillant. Sa cassure est terreuse à grains fins. Ses fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il prend de l'éclat par la raclure. Il est à peine tachant, très-tendre, léger.

Sous-Espèce 2. — *Cobalt couleur de sang, ou ocre de cobalt rayonné rouge.*

Sa couleur est un rouge fleur de pêcher, passant souvent au rouge de cochenille, au rouge cramoisi, au gris de perle et au gris verdâtre. On le trouve en masse, disséminé, réniforme et cristallisé en aiguilles courtes, en pyramides à 6 faces doubles assez aigues, en prismes tétraèdres rectangulaires. A l'extérieur il est éclatant ; à l'intérieur il est peu éclatant, c'est un éclat nacré. Sa cassure est rayonnée. Les fragmens sont esquilleux et cunéiformes : quelquefois ils

---

[1] Jameson, III, 508.

[2] Kirwan, II, 278. Brochant, II, 403. Haüy, IV, 216. Jameson, III, 510.

sont en petites concrétions distinctes scapiformes, réunies en concrétions distinctes grenues à gros grains. Il est translucide. Il ne change pas par la raclure. Il est tendre, peu aigre, se laissant couper au couteau, aisément frangible. Il est léger.

Au chalumeau il devient gris, et répand une odeur d'ail, ais sans fumée. Il colore le borax en bleu.

Les parties constituantes de cette sous-espèce sont d'après l'analyse de Bucholz, savoir.

Acide arsénique....	37,9
Oxide de cobalt.....	39,2
Eau..............	22,9
	100,0[1]

Espèce 2. — *Sulfate de cobalt*[2].

On a trouvé ce minéral à Bieber près Hanau en Allemagne. C'est à Kopp que nous sommes redevables de sa description et de son analyse. Sa couleur est un rouge de chair clair, passant au rouge rosé. Il est stallactiforme. A l'extérieur il est mat; quelquefois, mais rarement, il a un éclat soyeux. Sa cassure est terreuse. Il se présente en concrétions distinctes grenues. Il est opaque. Sa raclure est d'un blanc rougeâtre. Il est tendre, aigre, aisément frangible, léger. Il a une saveur styptique, et il est soluble dans l'eau. Ses parties constituantes sont:

Acide sulfurique......	19,74
Oxide de cobalt......	38,71
Eau.................	41,55
	100,00

C'est évidemment un composé de :

Acide sulfurique......	1	atôme.
Oxide de cobalt.......	2	atômes.
Eau.................	9	atômes.

Ordre XV. — *Mines de nickel.*

On n'a trouvé jusqu'ici les mines de nickel qu'en très-petite quantité, et toujours en filons. Elles se rencontrent dans les

[1] Gehlen's Journ. Second series, IX, 314.
[2] Kopp, Gehlen's Journ. Second series, VI, 157.

montagnes primitives et dans celles stratiformes. Elles sont communément accompagnées de cobalt. Les minéralogistes n'en ont reconnu jusqu'à présent que trois espèces.

Genre I. — *Alliages.*

Espèce 1re. — *Nickel natif* [1].

Ce minéral n'a encore été trouvé, jusqu'à présent, que dans la mine appelée Adolphe, à Johanne-Georgen-Stadt en Saxe, et à Joachimsthal en Bohême. Sa couleur est le jaune de bronze, mais souvent ternie par quelques nuances de gris. Ce minéral se rencontre en cristaux capillaires qui sont d'une aggrégation confuse ou scapiforme. A l'extérieur il est éclatant ou très-éclatant; à l'intérieur, il est très-éclatant, c'est un éclat métallique. Sa cassure en travers est unie, passant à la cassure conchoïde très-applatie. Ce minéral est opaque; demi-dur, passant au tendre; tenant le milieu entre l'état aigre et celui de se laisser couper au couteau. Il est très-aisément frangible, et plus ou moins flexible élastique. Il consiste dans du nickel allié avec un peu de cobalt et d'arsenic [2].

Espèce 2. — *Cuivre nickel* [3].

Kupfernickel.

C'est de toutes les mines de nickel la plus commune. On la trouve en masse ou disséminée, mais jamais en cristaux.

La couleur de ce minéral est un rouge de cuivre. A l'intérieur il est éclatant d'un éclat métallique. Sa cassure est imparfaitement conchoïde, quelquefois inégale, à gros et à petits grains. Ses fragmens sont indéterminés à bords aigus; ce minéral est demi-dur, se rompant difficilement. Sa pesanteur spécifique est de 6,6086 à 6,6481 [4]. Traité au chalumeau, il exhale une fumée arsenicale; il se fond ensuite en une scorie mêlée de grains métalliques, dont la couleur devient plus foncée par l'exposition à l'air. Lorsque cette mine est pure, elle consiste simplement dans un alliage de nickel et d'arsenic; mais très-souvent elle contient du cobalt et du fer, et toujours une certaine portion de pyrite.

---

[1] Jameson, III, 516.
[2] Klaproth, Ann. de Chim. LXV, 186.
[3] Kirwan, II, 286. Brochant, II, 408. Haüy, III, 508. Jameson, III, 518.
[4] Brisson.

GENRE II. — *Oxides.*

ESPÈCE 1.re — *Ocre de nickel.*

C'est presque toujours sur le kupfernickel, et sur quelques mines de cobalt qu'on trouve l'ocre de nickel, formant enveloppe mince sur ces minéraux. Elle se présente rarement en masse. Sa couleur est un vert de pomme. Elle est composée de parties pulvérulentes mates. Elle est incohérente, maigre au toucher. Sa pesanteur spécifique est très peu considérable. Elle est tachante. Elle se dissout lentement dans les acides. La dissolution est verte. Au chalumeau elle ne se fond pas, mais elle se réduit, et donne une couleur rouge d'hyacinthe au borax. Elle est insoluble dans l'acide nitrique.

Ce minéral est composé, suivant l'analyse de Lampadius, ainsi qu'il suit :

Oxide de nickel........	67,0
Oxide de fer...........	23,2
Eau..................	1,5
Perte.................	8,3
	100,0[2]

ORDRE XVI. — *Mine de Mobybdène.*

GENRE I. — *Sulfures.*

ESPÈCE 1.re — *Molybdène sulfuré*[3]. — *Molybdena.*

Cette mine, la seule espèce de mine de molybdène actuellement connue, se rencontre ordinairement en masse. Elle se présente cependant quelquefois cristallisée en tables à 6 faces et en prismes hexaèdres. Sa forme primitive est, suivant Haüy, un prisme droit à bases rhombes, dont les angles sont de 60° et 120°.

Sa couleur est le gris de plomb parfait. Elle ne change

[1] Kirwan, II, 284. Brochant, II, 411. Haüy, III, 516. Jameson, III, 552.

[2] Handbuch, p. 297.

[3] Kirwan, II, 322. Scheele's Works, I, 236. Pelletier, Journ. de Phys. XXVII, 434. Ilsemann, *ibid.* XXXIII, 292. Sage, *ibid.* 389. Klaproth et Modéer, Ann. de Chim. III, 120. Brochant, II, 432. Haüy, IV, 289. Jameson, II, 465.

point par la raclure. Cette mine est très-éclatante, d'un éclat métallique. Sa cassure est parfaitement lamelleuse, à lames légèrement flexibles. Cette espèce se présente en concrétions distinctes grenues, à grains de différentes grosseurs. Elle est tendre, aisément frangible. Elle se fend aisément, et se laisse couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 4,569 [1] à 4,7385 [2]. Elle est onctueuse au toucher, et tache les doigts; elle marque en noir bleuâtre. En frottant un morceau de résine avec ce minéral, on le rend vitreusement électrique [3]. Il est insoluble dans les acides sulfurique et hydrochlorique; mais à la chaleur de l'ébullition, il colore ces acides en vert. Ce minéral fait effervescence avec l'acide nitrique un peu chaud, en laissant un oxide gris non dissous. Au chalumeau, sur une cuiller d'argent, il exhale une fumée blanche, se condensant en une poussière de cette même couleur, qui devient bleue dans l'intérieur, et perd sa couleur à la flamme extérieure. Ce sulfure est à peine affecté par le borax ou le sel microcosmique. Il fait effervescence avec la soude, et donne une couleur nacrée rougeâtre. Il est composé de

Molybdène........	60
Soufre............	40
	100 [4]

Ordre XVII. — *Mines d'étain.*

Les mines d'étain ne sont pas en grand nombre; mais dans les lieux où elles se rencontrent, elles sont ordinairement abondantes. Il n'y a que trois pays connus en Europe où elles se trouvent en grandes masses : en Allemagne, entre la Saxe et la Bohême; en Espagne, dans cette partie de la Galice qui avoisine le Portugal; et en Angleterre, dans le comté de Cornouailles. Elle est très-commune en Asie, à Siam, et dans l'île de Barka. On dit aussi qu'il en a été trouvé au Chili. C'est principalement dans les montagnes primitives que résident les mines d'étain; on les rencontre, il est vrai, assez

---

[1] Karsten.
[2] Brisson.
[3] Haüy, Journ. des Min. XIX, 70.
[4] Klaproth. Ce résultat concorde exactement avec celui de l'analyse de cette mine par Bucholz. Gehlen's Journ. IV. 603.

fréquemment dans les terrains d'alluvion ; mais elles y ont été évidemment entraînées des montagnes primitives par les eaux. Il est peu de métaux qui existent dans un aussi petit nombre d'états différens, puisque ceux de l'étain se bornent aux trois suivans, savoir :

I. Sulfures.

1. Sulfure d'étain et de cuivre.

II. Oxides.

1. Pierre d'étain. 2. Étain de bois.

GENRE I. — *Sulfures.*

ESPÈCE 1re. — *Sulfure d'étain* [1].

Etain pyriteux.

Cette mine n'a encore été trouvée jusqu'à présent que dans le Cornouailles. Il y en a, dans la paroisse de Sainte-Agnès, un filon large d'environ 3 mètres, sur environ 18 mètres de profondeur [2].

Sa couleur tient le milieu entre le gris d'acier et le jaune de laiton. On le trouve en masse et disséminé. A l'intérieur il est éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure ordinaire est inégale, quelquefois conchoïde et imparfaitement lamelleuse ; ses fragmens sont à bords obtus ; il est aisément frangible. Il cède facilement au couteau ; il est aigre ; sa pesanteur spécifique est 4,35 [3]. Au chalumeau, il se fond facilement en une scorie noirâtre, sans se réduire, en donnant une odeur sulfureuse, et il dépose un oxide bleuâtre sur le charbon. Klaproth nous apprend que c'est M. Raspe qui reconnut le premier la composition de cette mine. Suivant l'analyse qu'en fit Klaproth, les proportions de ses parties constitantes sont ainsi qu'il suit, savoir :

Étain.......	26,5
Cuivre......	30,0
Soufre......	30,5
Fer.........	12,0
Perte.......	1,0
	100,0 [4]

[1] Kirwan, II, 200. Brochant, II, 332. Haüy, IV, 154. Jameson, III, 437. Ann. de Chim. LIII, 266. [2] Klaproth's Cornwall, p. 21.
[3] Klaproth. [4] *Ibid.*, Beitrage, 5, 230.

Genre II. — *Oxides.*

Espèce 1re. — *Pierre d'étain*[1].

On peut, en quelque sorte, considérer ce minéral comme étant la seule mine d'étain. On le trouve en masse, en morceaux arrondis, et cristallisé. Ses cristaux sont fort irréguliers. Haüy pense que leur forme primitive est le cube[2], mais Romé de Lisle en fait, avec plus de probabilité, un octaèdre[3]; et dans cette opinion, il se trouve d'accord avec M. Day[4]. L'octaèdre est composé de deux pyramides à quatre faces, appliquées base à base. Les faces des pyramides sont des triangles isocèles; l'angle au sommet est de 70°, et chacun des deux autres angles de 55°. Les faces des deux pyramides sont inclinées l'une à l'autre, sous un angle de 90°[5]. Cette forme primitive ne se rencontre cependant jamais; mais il se présente quelquefois des cristaux de pierre d'étain, où les deux pyramides sont séparées par un prisme. Romé de Lisle, M. Day[6], et par-dessus tous M. Phillips[7], ont donné une description complète de toutes les variétés de cristaux de la pierre d'étain.

Sa couleur est le brun noirâtre; passant quelquefois au noir de velours, au brun rougeâtre, au gris jaunâtre, au vert, au blanc jaunâtre et verdâtre. Elle donne une raclure blanche, grisâtre. Son éclat à l'intérieur est l'éclatant; il tient le milieu entre l'éclat gras et celui du diamant. Sa cassure est inégale, se rapprochant de la cassure imparfaitement conchoïde: elle est très-rarement lamelleuse. Ses fragmens sont à bords obtus: elle se présente souvent en concrétions distinctes grenues; sa transparence varie depuis l'opaque jusqu'au translucide. Elle est dure. Aisément frangible, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 6,9 à 6,97. Au chalumeau elle dé-

---

[1] Kirwan, II, 197. Brochant, II, 334. Haüy, IV, 137. Jameson, II, 384.
[2] Journ. des Min. XXXII, 576.
[3] Cristallog. III, 413.
[4] Phil. Mag. IV, 152.
[5] Romé de Lisle, *ibid.*
[6] *Ibid.*
[7] Geological Transactions, vol. I.

crépite et se réduit en partie sur le charbon à l'éclat métallique. Elle colore le borax en blanc.

ESPÈCE 2. — *Étain de bois*[1].

Ce minéral n'a été trouvé jusqu'à présent que dans le Cornouailles et au Mexique. Il se rencontre toujours en fragmens, qui sont ordinairement arrondis Sa couleur est le brun de cheveux, passant au brun de bois, au gris jaunâtre, et au brun rougeâtre. Sa raclure est d'un brun jaunâtre. A l'intérieur il est éclatant, c'est un éclat gras. Il est opaque. Sa cassure est fibreuse; les fragmens sont cunéiformes et esquilleux: il se présente en concrétions distinctes grenues. Sa pesanteur est de 6,450[2] à 6,738[3]. Il est dur. Traité au chalumeau, il devient d'un rouge brunâtre: chauffé au rouge, il décrépite sans se réduire. Le docteur Clarke en opéra la fusion au chalumeau, au moyen des gaz oxigène et hydrogène. Il acquiert alors un éclat métallique décidé, mais il n'est pas réduit.

La table qui suit présente les parties constituantes des espèces précédentes, d'après le résultat des analyses les plus exactes qu'on en ait faites jusqu'ici.

---

[1] Kirwan, II, 198. Brochant, II, 340. Haüy, IV, 147. Jameson, III, 446.

[2] Klaproth.

[3] Humboldt.

	PIERRE D'ÉTAIN.					ETAIN de bois.
	1	1	2	3	4	5
Oxide d'étain.......	99	99,5	84	95	93,6	91
Oxide de tantale.....	—	—	—	-	2,4	—
Oxide de fer........	0,25	0,5	9	5	1,4	9
Oxide de manganèse.	—	—	—	—	0,8	—
Silice.............	0,75	—	7	—	—	—
Perte..............	—	—	—	—	1,8	—
	100,00	100,0	100	100	100,0	100

ORDRE XVIII. — *Mines de Titane.*

Jusqu'ici le titane a été trouvé presque exclusivement dans les montagnes primitives, dans les monts Krapacks[6], les Alpes[7], les Pyrénées[8], en Bretagne[9], et dans le Cornouailles; ou dans le sable d'alluvion. Les mines de ce métal observées jusqu'à présent sont, savoir :

---

1 Klaproth, Beitrage, II, 256.

2 Lampadius, Handbuch, p. 280.

3 Collet-Descotils, Ann. de Chim. LIII, 268.

4 Berzelius, Afhandlingar, IV, 164. L'échantillon se trouve en grains dans la roche de Finbo. Il est noir, et d'une pesanteur spécifique de 6,55; les tantalistes, dans ce district, contiennent de l'étain; et les grains, dans la pierre d'étain, contiennent du tantale.

5 Vauquelin, Gehlen's Journ. V, 251.

6 Journ. des Min. N.° XII, 51.

7 Dolomieu, *ibid.* N.° XLII, 431; et Saussure, Voyages, N.° 1894.

8 Journ. des Min. N.° XXXII, 614.

9 *Ibid.*

I. Oxides.

1. *Pur.*

a Rutile. *b* Anatase.

2. *Oxides de titane et de fer.*

a Menachanite. *c* Nigrine.
b Isérine.

II. Sels.

Silicate ou sphène.

Genre I. — *Oxides.*

Espèce 1re. *Rutile* [1].

Schorl rouge; Titanite de Kirwan; *Sagenite* de Saussure; *Nadelstein.*

Le rutile a été trouvé en Hongrie, dans les Pyrénées, dans les Alpes, en Bretagne, et en Ecosse. Il se présente communément cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est, suivant Haüy, un prisme droit à bases carrées; la forme de sa molécule intégrante est un prisme triangulaire, dont la base est un triangle isocèle rectangle. Le rapport entre chacun des côtés de la base adjacens à l'angle droit, et la hauteur du prisme, est celui de $\sqrt{12}$ à $\sqrt{5}$, ou à-peu-près de 3 à 2 [2]. Les cristaux ont quelquefois six faces; quelquefois ce sont des prismes tétraèdres, souvent entrelacés ensemble; quelquefois les cristaux sont aciculaires.

Sa couleur est un rouge de sang foncé, passant au rouge hyacinthe clair et au rouge brunâtre. Ses cristaux sont striés en longueur. A l'extérieur ce minéral est éclatant. Sa cassure principale est très-éclatante, la cassure en travers est éclatante, c'est l'éclat du diamant. Sa cassure principale est lamelleuse; la cassure en travers est imparfaitement conchoïde, à petites cavités. Les fragmens sont cubiques. Il est translucide. Il se présente quelquefois en concrétions distinctes, déliées, scapiformes. Il est dur, aigre. Sa raclure est d'un jaune pâle, ou jaune orange. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spé-

[1] Brochant, II, 470. Haüy, IV, 296. Kirwan, II, 329 Jameson, III, 351.
[2] Journ. des Min. N.° XV, 28; et XXXII, 615.

cifique est de 4,18 [1] à 4,2469 [2]. Les acides minéraux n'ont aucune action sur le rutile. Lorsqu'on le fait fondre avec du carbonate de potasse, et qu'on l'étend d'eau, il se précipite une poudre blanche plus pesante que le minéral employé. Au chalumeau il est infusible sans addition; il devient opaque et brun. Avec le sel microcosmique il forme un globule de verre, qui paraît noir, mais dont les fragmens sont violets. Avec le borax il produit un verre jaune foncé avec une teinte brune; il se divise et se mêle avec la soude, sans cependant former un verre transparent.

Suivant Klaproth, le rutile est l'oxide pur de titane [3]. Vauquelin y reconnut des traces de fer, de manganèse et de silice [4].

Espèce 2. *Anatase* [5]. — *Octaédrite*.

Ce minéral n'a encore été trouvé que dans le ci-devant Dauphiné; il est toujours cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre alongé, dont la base est carrée; l'inclinaison des deux pyramides est de 137°. Les sommets sont quelquefois complets et quelquefois tronqués. La couleur de l'anatase varie depuis le bleu d'indigo jusqu'au brun rougeâtre et jaunâtre. Les faces des cristaux sont striées en travers. Ce minéral est très-éclatant; l'éclat est de la nature de celui du diamant. Sa cassure est lamelleuse. Il est translucide. Il raie le verre. Il est aigre, se rompant aisément. Sa pesanteur spécifique est de 3,8571.

D'après l'analyse de Vauquelin, c'est l'oxide pur de titane. Les formes cristallines diverses de ces deux espèces et les autres différences dans leurs caractères extérieurs, n'ont pas été exposées par les minéralogistes. Ces espèces constituent probablement deux oxides différens de titane.

Espèce 3. — *Menakanite* [5].

M. Gregor nomma ainsi ce minéral, parce qu'il en fit la

---

[1] Klaproth.
[2] Vauquelin et Hecht.
[3] Beitrage, I, 233; et II, 222.
[4] Journ. de Phys. LXVI, 345.
[5] Haüy, III, 129. Brochant, II, 548. Jameson, III, 355.
[6] Kirwan, II, 326. Grégor, Journ. de Phys. XXXIX, 72 et 152. Schmeisser, Crell's Annals, Eng. Trans. III, 252 Brochant, II, 468, Jameson, III, 338.

découverte dans la vallée de Menakan dans le Cornouailles. On l'a trouvé depuis dans l'île de la Providence, à Botanibay, et dans des montagnes de schiste micacé près de Gênes [1]. Il est en petits grains comme la poudre à canon, sans formes déterminées, et mêlé avec un sable gris très-fin. Sa couleur est le noir grisâtre. Il se réduit facilement en poudre, et ses parties pulvérulentes sont attirables à l'aimant. Sa surface est rude et un peu brillante. A l'intérieur il est éclatant, cet éclat est de la nature de celui du diamant, passant à l'éclat demi-métallique. Sa cassure est imparfaitement lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés à bords aigus. Il est opaque, tendre, aigre; il ne change point par la raclure. Sa pesanteur spécifique est 4,427. Traité avec deux parties d'alcali fixe, le menakanite se fond en une masse olivâtre, dont l'acide nitrique précipite une poudre blanche. On en peut extraire un peu de fer par les acides minéraux. Si l'on mêle avec ses parties pulvérulentes de l'acide sulfurique étendu, dans une proportion telle que la masse ne soit pas trop liquide, et qu'on évapore ensuite à siccité, on obtient une masse bleue. Au chalumeau il est infusible sans addition : il ne décrépite point. Il donne au sel microcosmique une couleur verte, qui brunit par le refroidissement, sans que ce sel le dissolve. Il se dissout avec le borax, et sa couleur subit les mêmes altérations qu'avec le sel microcosmique.

Ses parties constituantes sont :

Oxide de titane......	45 [2]	45,25 [3]	43,5 [4]	40 [5]
Oxide de fer........	46	51	50,4	49
Oxide de manganèse.	—	0,25	0,9	—
Silice.............	—	3,50	3,3	11
Alumine...........	—	—	1,4	—
Perte.............	9	—	0,5	—
	100	100,00	100,0	100

ESPÈCE 4. — *Iserine* [6].

On a trouvé ce minéral dans le sable d'une petite rivière

[1] Viviani, Nicholson's Journ. XXVI, 94.

[2] Gregor, Journ. de Phys. XXXIX, 73 et 152. Dans la perte, on a compris un peu de silice et de manganèse.

[3] Klaproth, Beitrage, II, 231.

[4] Lampadius, Handbuch, p. 322.

[5] Chenevix, Nicholson's quarto Journ. V, 132.

[6] Brochant, II, 478. Jameson, III, 340.

de la Bohême, appelée *Iser*, et dans le sable du Don dans l'Aberdeenshire. Il se présente en petits grains plus ou moins arrondis, et en morceaux roulés. Sa couleur est un noir de fer tirant sur le brun. A l'intérieur il est peu éclatant : cet éclat est demi-métallique. Sa cassure est conchoïde; il est opaque, dur, aigre; il ne change point par la raclure. Sa pesanteur spécifique est de 4,5. Les parties constituantes de ce minéral sont :

Oxide de titane.............	41,1[1]	28[2]
Oxide de fer.................	39,4	72
Silice	16,8	—
Alumine....................	3,2	—
Oxide d'urane	3,4	—
	103,9	100

ESPÈCE 5. — *Nigrine*[3].

Ainsi que le menakanite, le nigrine se trouve dans les roches d'alluvion. Il se rencontre dans la Transilvanie, la Sibérie, l'île de Ceylan, etc. Sa couleur est le noir brunâtre foncé, passant au noir de velours. Il se rencontre en grains anguleux plus ou moins gros, et en morceaux roulés. A l'extérieur il est éclatant, d'un éclat qui est de la nature de celui du diamant. Sa cassure principale est imparfaitement lamelleuse, à lames droites. Sa cassure en travers est imparfaitement conchoïde, applatie. Les fragmens sont indéterminés, à bords aigus. Le nigrine est opaque, demi-dur, aigre. Sa raclure est d'un brun jaunâtre; sa pesanteur spécifique est de 4,445 à 4,673[4]. Il n'est pas attirable à l'aimant. Il est infusible au chalumeau sans addition. Avec le borax il se fond en un grain d'un rouge hyacinthe. Ses parties constituantes sont :

Oxide de titane............	84[5]	53[6]	63[7]	87[8]
Oxide de fer...............	14	47	35	9
Oxide de manganèse	2	—	2	3
	100	100	100	99

[1] Mon analyse, Trans. Edim. VI, 260. L'échantillon venait de la rivière Don, dans l'Aberdeenshire, et il n'était pas entièrement dépouillé de quartz et de feldspath; il contenait probablement aussi une portion de sable ferrugineux : car il était originairement mêlé avec ce sable, qui en fut séparé par l'aimant. [2] Klaproth, Beitrage, V, 208.
[3] Jameson, III, 342. [4] Klaproth et Lowitz. [5] Klaproth, Beitrage, I, 233, et II, 222. [6] Lowitz, Crell's Annals, 1799, I, 183.
[7] Vauquelin et Hecht, Journ. des Min. N.° XIX, 57.
[8] Lampadius, Jameson, II, 501.

GENRE II. — *Sels.*

ESPÈCE 1re. — *Silicate-Titanite* [1].

Mine brune de titane. Sphène; Rutilite.

Ce minéral n'a été trouvé jusqu'ici que près de Passau en Bavière, à Arendaal en Norwège, et près du St.-Gothard. C'est le professeur Hunger qui en fit la découverte. On le trouve quelquefois disséminé; mais il est plus communément cristallisé en prismes tétraèdres, qui n'ont pas plus de 6 millimètres de longueur. Sa forme primitive est un prisme droit rhomboïdal.

Sa couleur est le brun rougeâtre, passant au brun jaunâtre ou noirâtre Ses cristaux sont éclatans, la cassure en travers est brillante, la cassure en longueur est peu éclatante. Sa cassure est scapiforme rayonnée; quelquefois elle est lamelleuse, à lames droites. La cassure en travers est conchoïde applatie. Les fragmens sont indéterminés : quelquefois ils se rapprochent de la forme rhomboïdale. Il se présente ordinairement en concrétions distinctes, grenues, alongées, à gros grains. Ce minéral est translucide sur les bords, ou opaque. Il est dur, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,510. Par une digestion réitérée, l'acide hydrochlorique en dissout les 0,33. L'ammoniaque précipite de cette dissolution une substance jaunâtre glutineuse. Il est infusible au chalumeau, ainsi que dans un creuset d'argile; mais dans du charbon, il se convertit en une scorie noire, opaque et poreuse.

Ses parties constituantes sont :

Oxide de titane.........	33[2]	58[3]	46[4]
Silice.................	35	22	36
Chaux..................	33	20	16
Eau....................	—	—	1
Perte..................	—	—	1
	101	100	100

---

[1] Kirwan, II, 331. Brochant, II, 474. Haüy, IV, 307. Jameson, III, 345.

[2] Klaproth, Beitrage, I, 251.

[3] Abelgaard, Haüy, IV, 308.

[4] Klaproth, Beitrage, V, 244.

ORDRE XIX. — *Mines de zinc.*

Quoique les mines de zinc soient peu nombreuses, elles ne sont cependant pas rares. La blende, qui est la mine de ce métal la plus répandue, se rencontre le plus souvent dans les roches de transition : mais elle se trouve quelquefois aussi dans les roches primitives et stratiformes. Elle est presque toujours accompagnée de galène. L'autre mine principale de zinc, la calamine, ne se rencontre en général que dans les roches stratiformes, et on la trouve le plus souvent en couches dans une espèce particulière de pierre calcaire.

La table qui suit présente les différens états dans lesquels on a jusqu'à présent rencontré ce métal.

I. Sulfures.

1. Blende.

II. Oxides.

1. Mine de zinc rouge.

III. Sels.

1. Silicate.
2. Carbonate anhydre.
3. Carbonate hydreux.
4. Sulfate.

GENRE I. — *Sulfures.*

ESPÈCE 1re. — *Blende* [1].

Cette mine est très-commune. Elle se rencontre en masses amorphes. On la trouve cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est le dodécaèdre rhomboïdal. La forme de sa molécule intégrante est le tétraèdre [2].

Les variétés principales de ces cristaux sont le tétraèdre, l'octaèdre, l'octaèdre à bords tronqués ; un cristal à vingt-quatre faces, dont douze sont des trapèzes, et douze des triangles alongés ; enfin, pour dernière variété, une figure à vingt-huit faces augmentées de quatre triangles équilatéraux [3]. On partage cette espèce en trois sous-espèces qui caractérisent des formations différentes. La plus ancienne de ces

---

[1] Kirwan, II, 238. Bergman, II, 419. Brochant, II, 350. Haüy, IV, 167. Jameson, III, 426.
[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XXXIII, 669.
[3] Voyez Haüy, *ibid.*, et Romé de Lisle, III, 65.

sous-espèces est jaune ; la plus nouvelle c'est la noire ; et la brune est intermédiaire entre les deux.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Blende jaune.*

Sa couleur est d'un jaune de cire foncé et d'un jaune de soufre. Elle passe au vert asperge et au vert olive, quelquefois au rouge hyacinthe, au rouge aurore et au rouge brunâtre. Toutes les couleurs inclinent plus ou moins au vert. Cette blende se trouve en masse, et cristallisée en prismes tétraèdres. La surface des cristaux est lisse. Elle est éclatante, d'un éclat qui tient de celui du diamant. Sa cassure est lamelleuse, à lames droites : le clivage est sextuple. La cassure en travers est conchoïde. Les fragmens affectent la forme dodécaèdre ; mais ils sont rarement parfaits. Elle se présente en concrétions distinctes grenues. Ce minéral est translucide, à réfraction simple. Il donne une raclure d'un gris jaunâtre. Il est demi-dur, aigre, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 4,044 à 4,067. Il devient souvent phosphorescent par la raclure ou par le frottement *.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Blende brune.*

Il y en a deux variétés : la blende brune *lamelleuse*, et la blende brune *fibreuse*.

Lamelleuse. Sa couleur est d'un brun rougeâtre ou jaunâtre, passant au rouge hyacinthe et au brun noirâtre. On la trouve en masse ou cristallisée en tétraèdres, en octaèdres, en dodécaèdres romboïdaux et en octaèdres avec un prisme tétraèdre intermédiaire. A l'extérieur cette blende est éclatante. A l'intérieur son éclat varie du très-éclatant au brillant. Cet éclat tient le milieu entre l'éclat gras et celui du diamant. Sa cassure est lamelleuse ; le clivage est sextuple. Elle se présente en concrétions distinctes grenues. Elle est translucide. Sa raclure est d'un gris jaunâtre et d'un brun jaunâtre. Elle est demi-dure, aigre, aisément frangible ; sa pesanteur spécifique est de 3,77 à 4,049.

Fibreuse. On n'a encore trouvé cette variété qu'à Geroldseck dans le Brisgaw. Sa couleur est d'un brun rougeâtre. On la trouve en masse et réniforme. Elle est peu éclatante ; sa cassure est fibreuse. Elle est en concrétions distinctes coupées

* Bergman.

par des concrétions lamellaires courbes. Elle est opaque. Sous tous les autres rapports, elle est semblable à la blende brune lamelleuse.

Sous-Espèce 3. — *Blende noire.*

Sa couleur tient le milieu entre le noir grisâtre et le noir de velours. Quelquefois elle est noire brunâtre. Lorsqu'on la tient entre l'œil et la lumière, elle paraît d'un rouge de sang si elle est transparente On la trouve en masse ou cristallisée. A l'intérieur elle est éclatante, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est lamelleuse, à clivage sextuple, mais très-indistinct. Les fragmens sont indéterminés, à bords assez aigus. Elle est en concrétions distinctes grenues. Le plus communément elle est opaque. Sa raclure tient le milieu entre le gris jaunâtre et le brun jaunâtre clair. Elle est demi-dure, aigre, aisément frangible ; sa pesanteur spécifique est de 3,967, à 4,166.

La blende est essentiellement un sulfure de zinc. Je considère la sous-espèce jaune comme pure ; les sous-espèces brune et noire contiennent plus ou moins d'oxide de fer. J'analysai avec grand soin un échantillon de blende brune venant du Cornouailles ; j'obtins pour résultats, savoir :

Zinc...........	59,09
Soufre.........	28,86
Fer............	12,05
	100,00 [1]

Genre II. — *Oxides.*

Espèce 1re. — *Mine de zinc rouge* [2].

Ce minéral se trouve en abondance dans quelques-unes des mines de fer du Comté de Sussex, dans le Newjersey. Il fut découvert et décrit par le docteur Bruce. Ses couleurs sont le rouge de sang et le rouge aurore On le rencontre en masse et disséminé. Sa cassure, lorsqu'elle est fraîche, est éclatante ; mais elle devient mate par son exposition à l'air. La cassure principale est lamelleuse ; celle en travers est conchoïde. Il est translucide sur les bords, ou opaque.

---

[1] Annals of Philosophy, IV, 94.
[2] Jameson, III, 416.

Il est facilement rayée par le couteau. Il est aigre. Il prend par la raclure une couleur jaune brunâtre. Sa pesanteur spécifique est de 6,220. Cette mine de zinc se dissout dans les acides minéraux. Au chalumeau, elle ne se fond point. Ses parties constituantes sont, suivant le docteur Bruce :

Zinc	76
Oxigène	16
Oxides de manganèse et de fer.	8
	100

Genre III. — *Sels.*

Espece 1re — *Silicate.* — *Calamine électrique.*

Cette espèce, qui fut pour la première fois convenablement distinguée par M. Smithson, se rencontre dans différentes mines en Angleterre, accompagnant des mines de plomb. Sa couleur est le blanc bleuâtre, le blanc grisâtre, et le blanc jaunâtre. On la trouve en masse et cristallisée. La forme primitive de ses cristaux, d'après la division mécanique de l'un d'eux par Haüy, paraît être un octaèdre composé de deux pyramides à 4 faces ayant la forme de triangles équilatéraux *. Mais les cristaux sont petits, et leur figure n'est pas très-distincte. Ils sont ou en tables à 4 ou 6 faces avec des bords en biseau, ou en prismes hexaèdres, ou en pyramides trièdres. La couleur ordinaire est d'un blanc grisâtre. Sa cassure est rayonnée ou lamelleuse ; son éclat est vitreux. Sa pesanteur spécifique est de 3,434. Au chalumeau elle pétille et donne une flamme verte. Elle se prend en gelée dans les acides. Elle devient électrique par la chaleur. Un échantillon de ce minéral, venant de Regbania en Hongrie, donna à l'analyse qu'en fit le docteur Smithson :

Oxide de zinc	68,3
Silice	25,0
Eau	04,4
	97,7

* Journ. des Min. N.° XXXII, 596.

Un autre échantillon que Klaproth examina, contenait :

Oxide de zinc......	66
Silice.............	33
	99

Il paraît, d'après l'analyse de M. Smithson, que cette calamine est un composé de 1 atôme silice et de 1 atôme d'oxide de zinc.

Espèce 2. — *Carbonate anhydre. — Calamine.*

Bergman annonça le premier que beaucoup de calamines sont des carbonates de zinc. Les expériences de ce chimiste, ainsi que celles du docteur Watson, prouvent * que la plupart des calamines de l'Angleterre sont à cet état, et leurs observations ont été confirmées par les dernières expériences de M. Smithson.

Le carbonate de zinc se rencontre en masse et en cristaux, dont la forme n'a pas encore été déterminée avec précision, quoiqu'ils semblent être des rhombes. Sa couleur est d'un blanc brunâtre ou jaunâtre. A l'intérieur ce carbonate est éclatant d'un éclat nacré. La cassure est lamelleuse ou rayonnée. Il est demi-transparent et opaque. Il est facilement rayé par le couteau. Sa pesanteur spécifique, selon M. Smithson, est de 4,334. Il se dissout avec effervescence dans l'acide sulfurique. Il ne se prend pas en gelée avec les acides. M. Smithson trouva dans un échantillon venant du Sommersetshire, la forme mamelonnée. Il était composé de

Oxide de zinc......	64,8
Acide carbonique..	35,2
	100,0

Un autre échantillon en petits cristaux provenant du Derbyshire, contenait :

Oxide de zinc....	65,2
Acide carbonique.	34,8
	100,0

Espèce 3. — *Carbonate hydreux, calamine terreuse.*

Cette espèce diffère de celle qui précède par son peu de

* Chemical Essays, IV, 10.

pesanteur spécifique, et sous ce rapport elle ressemble beaucoup à l'oxide de zinc silicé. Elle est opaque; elle cède à l'impression de l'ongle. Elle happe à la langue. L'échantillon que M. Smithson examina, avait été trouvé à Bleyberg en Saxe. Il était de couleur blanche, et stalactiforme. Sa pesanteur spécifique était 3,584. Traité au chalumeau il devint jaune ; et chauffé à la flamme bleue, il se dissipa peu-à-peu. Il se dissolvait avec effervescence dans l'acide sulfurique ; et au feu, il perdit environ les 0,25 de son poids. Il donna :

Oxide de zinc.....	71,4
Acide carbonique.	13,5
Eau.	15,1
	100,0 *

Espèce 4. — *Sulfate de zinc.*

Ce sel est ordinairement à l'état de dissolution, et par conséquent on peut convenablement le classer parmi les eaux minérales. On en a décrit les propriétés dans la première partie de cet Ouvrage.

Ordre XX. — *Mines de Bismuth.*

Le bismuth se rencontre ordinairement en filons dans les roches primitives. On dit aussi l'avoir trouvé disséminé dans de la wacke. Il est ordinairement accompagné de mines de cobalt. Ses mines ne sont pas très-riches; elles sont beaucoup plus abondantes en Saxe que dans toute autre contrée ; mais on en trouve aussi en Suède, en France et dans le Cornouailles. On verra, par la table qui suit, combien peu les mines de ce métal sont diversifiées.

Table des espèces.

I. Alliages.

1. Bismuth natif.

II. Sulfures.

1. Sulfure de bismuth commun.
2. Sulfure plombo-cuivreux.
3. Sulfure cuivreux.

III. Oxides.

1. Ocre de bismuth.

* Phil. Trans. 1803.

Le bismuth, comme l'or, le platine et l'argent, se présente le plus communément à l'état métallique.

Genre I. — *Alliages.*

Espèce 1.re — *Bismuth natif*[1].

Ce minéral qui se trouve à Schneeberg, Johan-Georgenstadt, etc., en Allemagne, est généralement sous la forme de petites lames s'appliquant l'une sur l'autre. Quelquefois il est cristallisé en tables à 4 faces, en cubes peu distincts, et en tétraèdres tronqués. Sa forme primitive est l'octaèdre régulier.

Sa couleur est d'un blanc d'argent inclinant au rouge. Sa surface est souvent d'un rouge sale, jaune, ou pourpre. A l'intérieur ce minéral est très-éclatant; c'est l'éclat métallique. Sa cassure est parfaitement lamelleuse. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il est en concrétions distinctes, grenues. Il est tendre, se laissant couper au couteau, opaque, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 9,022[2], à 9,57[3]. Il est extrêmement fusible. Traité au chalumeau, il fournit un grain d'un blanc d'argent, et finit par s'évaporer sous la forme d'une fumée blanche jaunâtre, qui se dépose sur le charbon.

Genre II. — *Sulfures.*

Espece 1.re — *Bismuth sulfuré commun*[4].

On trouve ce minéral en Suède, en Saxe et en Bohême: il se rencontre en masses amorphes et quelquefois cristallisé en aiguilles.

Sa couleur est d'un gris de plomb clair. Sa poussière est noire et éclatante. A l'intérieur le bismuth sulfuré lamelleux est très-éclatant; le bismuth sulfuré rayonné est peu éclatant: c'est l'éclat métallique. Sa raclure est obscurément métallique. Sa cassure est lamelleuse et quelquefois rayonnée. Le bismuth sulfuré lamelleux est en concrétions distinctes grenues. Il est

---

1 Kirwan, II, 264. Brochant, II, 343. Haüy, IV, 184. Jameson, III, 449.
2 Brisson.
3 Kirwan.
4 Kirwan, II, 266. Sage, Mém. Par. 1782, p. 307. Brochant, II, 346. Haüy, IV, 190. Jameson, III, 452.

tachant, tendre, aigre, aisément frangible ; sa pesanteur spécifique est de 6,131 [1] à 6,4672 [2]. Exposé à la flamme d'une bougie, il se fond avec une flamme bleue, en répandant une odeur sulfureuse. Traité au chalumeau, il dégage une fumée d'un jaune rougeâtre, qui adhère au charbon. Cette poudre devient blanche par le refroidissement, et reprend sa première couleur lorsqu'on dirige la flamme sur elle [3].

Les parties constituantes de cette espèce sont, d'après l'analyse de Sage, de :

Bismuth	60
Soufre.	40
	100

ESPÈCE 2. — *Sulfure plombo-cuivreux.* — *Mine aiguillée* [4].

Ce minéral, qui se rencontre dans les mines de Pyschminskoi et de Klintzefskoi, près Beresof dans le district de Catherinenbourg en Sibérie, fut décrit et analysé, pour la première fois, par Karsten et John. Sa couleur est le gris d'acier avec un terni cuivré pâle. On le trouve en masse et cristallisé en prismes hexaèdres obliques, dans lesquels les faces latérales ont sur leur longueur des rayures profondes. Les cristaux sont longs, et souvent aciculaires. La cassure principale est lamelleuse; la cassure en travers est inégale à petits grains; la cassure lamelleuse est très-éclatante; la cassure en travers est éclatante. Ce minéral est facilement rayé par le couteau. Il est opaque. Sa pesanteur spécifique est de 6,125. Il consiste, suivant l'analyse de John, en :

Bismuth.	43,20
Plomb.	24,32
Cuivre.	12,10
Nickel ?	1,58
Tellure ?	1,32
Soufre.	11,58
Perte	5,90
	100,00

[1] Kirwan. [2] Brisson.
[3] Gillet, Journ. des Min. XXXII, 585.
[4] Karsten et John, Gehlen's Journ. Seconde series, V, 227.

ESPÈCE 3. — *Sulfure de bismuth cuivreux* [1].

Selb découvrit ce minéral à Furstenberg, dans une mine de cobalt, où il forme un filon d'environ 1 mètre de large. Sa couleur est d'un gris d'acier; mais par l'exposition à l'air il acquiert une teinte rougeâtre ou bleuâtre terne. Il ne se trouve qu'en masse. Il est éclatant; c'est l'éclat métallique. Sa cassure est inégale à petits grains. Sa raclure est d'un noir mat. Il est tendre, se laissant couper au couteau, pesant.

Ses parties constituantes sont :

Bismuth.	47,24
Soufre.	12,58
Cuivre.	34,66
Perte.	5,52
	100,00 [2]

GENRE III. — *Oxides*.

ESPÈCE 1re. — *Ocre de bismuth* [3].

L'ocre de bismuth est extrêmement rare. C'est principalement près de Schneeberg et en Bohême qu'elle a été trouvée. Elle est ordinairement disséminée ou à la surface d'autres minéraux. Sa couleur est un jaune de paille, qui passe quelquefois à un gris jaunâtre clair, et au gris cendré. Sa cassure est inégale à grains fins, passant à la cassure lamelleuse, et quelquefois à la cassure terreuse. L'éclat de la cassure inégale à grains fins est le brillant; la cassure lamelleuse est éclatante, et la cassure terreuse est mate. Cet éclat est celui du diamant. Ce minéral est opaque, tendre et presque friable. Il n'est pas très-aigre. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 4,3711. Traité au chalumeau sur un charbon, il se réduit facilement à l'état métallique et se volatilise. Il se dissout dans les acides avec effervescence; il est composé, d'après l'analyse de Lampadius, savoir :

Oxide de bismuth. . .	86,3
Oxide de fer.	5,2
Acide carbonique. . .	4,1
Eau.	3,4
	99,0 [4]

[1] Klaproth, Gehlen's Journ. II, 187; et Beitrage IV, 91.

[2] Klaproth, Gehlen's Journ. II, 191. [3] Kirwan, II, 265. Brochant, II, 348. Jameson, III, 458. [4] Handbuch, p. 287.

ORDRE XXI. — *Mines de Plomb.*

On trouve des mines de plomb très-abondantes dans presque toutes les parties du globe : elles sont le plus généralement en filons, mais quelquefois en couches : elles se rencontrent dans les formations primitives, dans celles de transition, et dans les montagnes stratiformes.

La table ci-jointe présente les différens états dans lesquels on a trouvé jusqu'à présent ce minéral.

I. Sulfures.

Table des espèces.

1. Galène.
2. Mine de plomb bleue.
3. Plomb sulfuré antimonifère.

II. Oxides.

1. Plomb jaune.
2. Minium natif.

III. Sels.

1. Carbonate.
   - *a.* Plomb blanc.
   - *b.* Plomb terreux.
   - *c.* Plomb noir.
2. Hydrochloro-carbonate.
3. Phosphate.
4. Arsenio-phosphate.
5. Chromate.
6. Sulfate.
7. Molybdate
8. Arseniate.

La galène est la mine de ce métal la plus répandue : c'est d'elle en effet que s'extrait tout le plomb du commerce. Il se fond plus de plomb dans le Northumberland, le Cumberland, le Durham et l'Yorkshire, que dans tout le reste de l'Europe.

GENRE I. — *Sulfures.*

ESPÈCE 1re. — *Galène*.*

On partage ce minéral en deux sous-espèces.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Galène commune.*

Cette mine, qui est très-commune, se trouve en masse, et cristallisée. La forme primitive de ses cristaux est le cube. Les variétés les plus communes sont le cube, ayant quelquefois ses angles plus ou moins tronqués, et l'octaèdre, composé de deux pyramides à quatre faces, appliquées base à

---

* Kirwan, II, 216. Brochant, II, 295. Haüy, III, 456. Jameson, II, 346.

base. Quelquefois les sommets de ces pyramides sont cunéiformes, et quelquefois leurs angles solides sont tronqués [1]. Cette mine se rencontre aussi en prismes à quatre et à six faces, terminés par des pyramides à quatre faces, et en tables à trois faces. Sa couleur est un gris de plomb: celle de la raclure est la même, mais plus vive. A l'extérieur elle est très-éclatante. A l'intérieur elle varie du très-éclatant au peu éclatant. Cet éclat est toujours métallique. Sa cassure est lamelleuse, à clivage triple et rectangulaire. Les fragmens sont cubiques. Les variétés en masse sont en concrétions distinctes grenues. Elle est tendre, se laissant couper au couteau, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 7,22 à 7,786 [2]. Traitée au chalumeau, elle décrépite, et se fond en donnant une odeur sulfureuse, en un globule de plomb métallique dont une partie est absorbée par le charbon. Elle contient ordinairement une certaine portion d'argent.

Sous-Espèce 2. — *Galène compacte.*

On la trouve en masse; quelquefois en lames spéculaires. Sa couleur est le gris de plomb. A l'intérieur elle est brillante, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est unie. Ce minéral ne se rencontre jamais en concrétions distinctes. Il est plus tendre que la galène commune, et donne une raclure plus vive. Ses fragmens sont indéterminés. Sous tous les autres rapports, cette sous-espèce a les mêmes caractères que la précédente.

La galène pure est un sulfure de plomb dégagé de toute autre substance. Le mode le plus facile à employer pour en faire l'analyse, consiste à la convertir en sulfate de plomb par l'acide nitrique.

Espece 2. — *Mine de Plomb bleue* [3].

Cette espèce de mine de plomb n'a encore été trouvée qu'à Zschopau en Saxe, et au Huelgoët en France. On la rencontre en masse, et cristallisée en petits prismes hexaèdres. Sa couleur tient le milieu entre le bleu d'indigo et le gris de plomb. A l'intérieur cette mine est brillante, c'est l'éclat

---

[1] Romé de Lisle, III, 364. Haüy. III, 458.

[2] Watson. J'ai trouvé un échantillon dont la pesanteur spécifique était 7,602.

[3] Kirwan, II, 220. Brochant, II, 303. Jameson, III, 370.

métallique. Elle prend de l'éclat par la raclure. Sa cassure est unie. Les fragmens sont indéterminés. Elle est tendre, se laissant couper au couteau, aisément frangible; sa pesanteur spécifique est de 5,461[1]. La mine de plomb bleue traitée au chalumeau, se fond avec une flamme faible bleuâtre et une odeur sulfureuse; et elle se réduit très facilement. On ne l'a pas encore analysée. Ses cristaux ressemblent à ceux du phosphate de plomb; mais ses parties constituantes paraissent être les mêmes que celles de la galène.

ESPECE 3. — *Plomb sulfuré antimonifère*[2].

Bournonite.

Cette espèce de mine très-rare, trouvée d'abord dans le Cornouailles, avait été négligée par les minéralogistes, jusqu'à l'époque où Bournon et Hatchett en firent l'analyse, et en donnèrent la description en 1804. Klaproth en a depuis examiné divers échantillons.

Sa couleur est le gris de plomb foncé, tirant sur le noir. Ce minéral se rencontre en masse, ou cristallisé en prismes tétraèdres rectangulaires, diversement tronqués. Bournon en a décrit et figuré avec sa précision ordinaire toutes les variétés de cristallisation. Ses cristaux sont gros, leur surface est très-éclatante. A l'intérieur cette mine est peu éclatante, c'est l'éclat gras. Sa cassure est inégale, à gros grains. Elle raie le spath calcaire, mais non le spath fluor. Ce plomb sulfuré se laisse couper au couteau, il est aisément frangible. Il laisse sur le papier une trace noire, mais moins facilement que ne le font le plomb ou l'antimoine sulfuré. Sa pesanteur spécifique est de 5,765. En jetant de sa poussière sur un fer rouge, elle donne une lueur phosphorescente d'une couleur blanche bleuâtre, mais sans odeur. Lorsqu'on le chauffe rapidement au chalumeau, il pétille et s'éclate; mais en le chauffant par degrés, il se fond, et prend par le refroidissement une couleur grise métallique.

On a donné, dans la table qui suit, les parties constituantes des espèces précédentes, d'après les analyses les plus récentes qui en aient été faites.

---

[1] Gellert.

[2] Bournon et Hatchett, Phil. Trans. 1804. Klaproth, Gehlen's Journ. V, 31. Jameson, III, 372.

	GALÈNE.							SULFURE DE PLOMB ANTIMONIFÈRE.			
	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7
Plomb........	54	69	69	68	64	83,00	85,13	42,62	42,5	34,5	39
Antimoine.....	—	—	—	—	—	—	—	24,23	19,75	16	28,5
Cuivre........	—	—	—	—	—	—	—	12,8	11,75	16,25	13,5
Argent........	—	—	—	—	—	0,08	—	—	—	2,25	—
Fer...........	—	—	—	—	—	—	0,5	1,2	5	13,75	1
Soufre........	8	16	18	16	18	16,41	13,02	17	18	13,5	16
Chaux et silice..	38	15	13	16	18	—	—	—	—	2,5	—
Perte.........	—	—	—	—	—	0,51	1,35	2,15	3	1,25	2
	100	100	100	100	100	100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0

[1] Vauquelin, Journ. des Min. N.° IX, p. 69.
[2] Westrumb, Jameson's Min II, 35.
[3] Mon analyse.
[4] Hatchett, Phil. Trans. 1804.
[5] Klaproth, Gehlen's Journ. V, 34. L'échantillon venait d'Alten Segen dans le Clausthal.
[6] L'échantillon venait de St. Andreasberg, Klaproth, Beitrage, IV, 86.
[7] L'échantillon venait de Nanslo dans le Cornouailles, *ibid.* p. 87.

GENRE II. — *Oxides.*

ESPÈCE. 1re. — *Oxide jaune* [1].

Ce minéral, très-rare, fut analysé et décrit par le docteur hn, d'après un échantillon qui lui avait été remis, quoiqu'il n'eût pu savoir dans quel lieu il avait été trouvé. Sa couleur tient le milieu entre le soufre et le jaune citron. Cet oxide se rencontre en masse. Sa cassure est terreuse dans une direction et lamelleuse dans l'autre, avec clivage triple. A l'extérieur cet oxide est mat; à l'intérieur il a un éclat demi-métallique. Il est opaque, demi-dur, aigre, aisément frangible. Il n'est pas tachant. Il prend un peu d'éclat par sa raclure. Sa pesanteur spécifique est de 8,000. Au chalumeau il se fond aisément.

Ses parties constituantes, suivant l'analyse de John, sont:

Plomb..............	82,6923
Oxigène............	10,5768
Acide carbonique.....	3,8462
Oxide de fer et chaux.	0,4808
Cuivre.............	Trace.
Silice ferrugineuse...	2,4039
	100,0000

ESPÈCE 2. — *Minium natif* [2].

Ce fut M. Smithson qui découvrit cette mine en Allemagne, disséminée en petite quantité dans du carbonate de zinc compacte. On l'a aussi rencontrée en Angleterre. En général elle se présentait à l'état pulvérulent; mais elle a été vue dans quelques endroits sous une forme lenticulaire, ayant une contexture floconneuse et cristalline; sa couleur est la même que celle du minium artificiel, un rouge vif mêlé de jaune, d'où il suit qu'elle doit être considérée comme étant la même substance.

Ce minium est formé, suivant M. Smithson, du détritus d'une galène, qu'il soupçonne être elle-même une production secondaire, résultant de la métallisation du carbonate blanc de plomb par du gaz acide hydro-sulfurique.

---

[1] John, Schweigger's Journ. IV, 222.
[2] Smithson, Phil. Trans. 1806.

Genre III. — *Sels.*

Espèce 1re. — *Plomb carbonaté*[1].

Mine de plomb blanche.

Après la galène, cette espèce de mine de plomb est la plus répandue ; mais il est rare qu'elle se rencontre en grandes quantités. Sa couleur est le blanc de neige, le blanc grisâtre et jaunâtre, le jaune de crême et le brun de gérofle. On trouve ce minéral en masse et disséminé, mais le plus communément cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est l'octaèdre rectangulaire; mais il se rencontre généralement cristallisé en prismes hexaèdres, terminés par des sommets à six ou à quatre faces ; en prismes tétraèdres ; en tables à quatre et à six faces, souvent avec bisellement varié. Les cristaux sont ordinairement petits. Son éclat varie du très-éclatant au peu éclatant ; cet éclat est de la nature de celui du diamant. Sa cassure est ordinairement conchoïde, à petites cavités : elle passe quelquefois à la cassure inégale, à grains fins. Les fragmens sont indéterminés. Cette mine est transparente et translucide. Elle donne une réfraction double, très-forte. Elle est tendre, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 7,2357[2]. Au chalumeau elle pétille d'abord, devient rouge, puis jaune, et finit par se réduire à un globule de plomb.

Espèce 2. — *Mine de plomb terreux*[3].

Cette espèce comprend deux sous-espèces, plomb terreux *endurci*, plomb terreux *friable*.

Sous-Espèce 1re. — *Endurci.*

Sa couleur la plus ordinaire est le gris jaunâtre. Elle passe au jaune de paille, au gris verdâtre, au vert de pomme, au vert verdier, et au brun jaunâtre. On trouve ce plomb en masse. A l'intérieur il est peu éclatant; c'est l'éclat gras. Sa cassure est inégale à grains fins, passant à la cassure esquilleuse et terreuse. Il est opaque. La couleur de sa raclure est brune. Il est tendre, avec disposition à se laisser couper au

---

[1] Kirwan, II, 203. Klaproth, III, 167. Haüy, III, 475. Brochant, II, 309. Jameson, III, 376.
[2] Bournon, Nicholson's Journ. IV, 220.
[3] Kirwan, II, 205. Brochant, II, 327. Jameson, III, 382.

couteau; il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 5,579.

Sous-Espèce 2. — *Friable.*

Sa couleur est le gris jaunâtre et le jaune de paille. Il est friable. On le trouve quelquefois en masse et en couche superficielle. Il est composé de particules pulvérulentes mates. Il est maigre et rude au toucher. Il est pesant.

Espèce 3. — *Mine de plomb noire*[1].

Ce minéral accompagne souvent la mine de plomb blanche et la galène. Sa couleur est le noir grisâtre. On le trouve en masse, et cristallisé en prismes hexaèdres. A l'extérieur il est éclatant, à l'intérieur il est peu éclatant : cet éclat est de la nature de celui du diamant. Sa cassure est inégale, à petits grains. Il est translucide et opaque. Sa raclure est d'un blanc grisâtre. Il est un peu aigre, aisément frangible. Il est pesant.

Les parties constituantes de ces trois espèces sont :

	CARBONATE.			PLOMB terreux.	PLOMB noir.
Oxide de plomb..	81,2[2]	80,25[2]	82[3]	66,00[4]	78,5[5]
Acide carbonique.	16,0	16,00	16	12,00	18,0
Oxide de fer.....	0,3	0,18	—	2,25	—
Silice..........	—	—	—	10,50	—
Alumine........	—	0,75	—	4,75	—
Chaux..........	0,9	0,50	—	—	—
Charbon........	—	—	—	—	1,5
Eau............	—	—	—	2,25	2
Perte..........	1,6	2,32	2	2,25	—
	100,0	100,00	100	100,00	100,0

[1] Kirwan, II, 221. Brochant, II, 307. Jameson, II, 390.
[2] Westrumb. [3] Klaproth, Beitrage, III, 167.
[4] John, Chem. Unter, II, 299. [5] Lampadius, Handbuch, p. 275.

Espèce 4. — *Hydro-chloro-carbonate de plomb.*

On doit au comte de Bournon la première description de ce minéral, qui n'a été trouvé jusqu'à présent que dans le Derbyshire, en Allemagne et en Amérique. La forme primitive de ses cristaux est le cube; ce cube est quelquefois alongé, et souvent les bords ou les angles sont tronqués, et remplacés par de petits plans. Sa couleur est communément le jaune de paille clair. Quelquefois elle est un blanc clair et transparent avec beaucoup plus d'éclat que le carbonate de plomb ordinaire. A l'intérieur, ce minéral est très-éclatant, c'est l'éclat du diamant. Sa cassure principale est lamelleuse, la cassure en travers est conchoïde. Il est demi-transparent. Il donne une raclure d'un blanc de neige et mate. Il se laisse couper au couteau; il est rayé par le carbonate de plomb. Sa pesanteur spécifique est de 6,0651 [1].

Ses parties constituantes sont :

Oxide de plomb..........	85 [2]	85,5 [3]
Acide carbonique.........	6	6,0
Acide hydrochlorique.....	8	8,5
Perte....................	1	—
	100	100,0

Espèce 5. — *Plomb phosphaté* [4].

Il y a deux variétés de ce minéral, distinguées principalement par leur couleur, savoir ; le plomb *brun*, et le plomb *vert*. On peut les considérer comme deux sous-espèces. La forme primitive de ses cristaux est un dodécaèdre composé de deux pyramides à six faces, dont les faces latérales sont des triangles isocèles [5]. Les cristaux sont communément des prismes hexaèdres, terminés quelquefois par des sommets à six faces. Ces sommets sont souvent tronqués, ainsi que les bords du prisme.

---

[1] Bournon, Nicholson's Journ, IV, 220.
[2] Chenevix, Nicholson's, *ibid.*
[3] Klaproth, Beitrage. III, 141.
[4] Kirwan, II, 207. Klaproth, III, 146. Haüy, III, 490. Brochant, II, 314. Jameson, III, 394.
[5] Romé de Lisle, III, 391. *Voyez* aussi les observations de Haüy, sur le même sujet, dans le Journ. des Min., N.° XXXI, 506, et Min. III, 491.

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Plomb phosphaté brun.*

Mine de plomb brune.

Sa couleur est le brun de cheveux de différens degrés d'intensité. On le trouve en masse, et cristallisé en prismes hexaèdres. A l'intérieur cette mine est peu éclatante; c'est l'éclat gras. Sa cassure est inégale, à grains fins et petits. Les fragmens sont indéterminés. Les variétés cristallisées tendent à des concrétions scapiformes minces distinctes. Elle est translucide, tendre, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 6,600 à 6,909 [1].

SOUS-ESPÈCE 2. — *Plomb phosphaté vert.*

Mine de plomb verte.

Sa couleur est un vert de pré, qui passe au jaune de soufre et au blanc verdâtre. On le trouve rarement en masse : il est ordinairement cristallisé en prismes hexaèdres, souvent diversement tronqués. Ses cristaux sont petits. A l'extérieur il est lisse et éclatant. A l'intérieur il est peu éclatant; c'est un éclat gras. Sous tous les autres rapports, ses caractères sont les mêmes que ceux de la sous-espèce précédente.

Le plomb vert traité au chalumeau fond sans se réduire; il prend par le refroidissement une forme polygone. Les variétés jaunes, lorsqu'on les chauffe, deviennent vertes.

Les parties constituantes de cette sous-espèce sont :

	PHOSPHATE.				
Oxide de plomb.	78,58[2]	78,40[2]	77,10[2]	80[2]	79[3]
Acide hydrochlorique. .	1,65	1,70	1,54	1,62	—
Acide phosphorique . .	19,73	18,37	19,00	18,00	18
Oxide de fer.	—	0,10	0,10	Trace.	1
Eau.	—	—	—	—	2
Perte	04	1,43	2,26	0,38	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100

[1] Klaproph et Haüy.
[2] Klaproth, Beitrage, III, 146. [3] Fourcroy.

ESPÈCE 6. — *Arsenio-phosphate de plomb*[1].

On a trouvé ce minéral en Auvergne, dans la Bretagne, en Allemagne et en Espagne. Sa couleur est le brun rougeâtre ou le vert pistache, avec une croûte d'un gris jaunâtre. Il se présente en morceaux uviformes. A l'extérieur il est mat. A l'intérieur son éclat varie du brillant à l'éclatant; c'est l'éclat nacré ou celui du diamant. La cassure passe de la cassure fibreuse à la cassure rayonnée. On le rencontre en concrétions distinctes testacées. Ce minéral est opaque; il prend de l'éclat par sa raclure. Il est tendre, se laissant couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 6,5.

Ses parties constituantes sont :

Acide phosphorique.....	13
Acide arsenique........	7
Acide hydrochlorique...	1,75
Oxide de plomb........	76,00
Eau..................	1,75
Perte.................	0,50
	100,00[2]

ESPECE 7. — *Plomb chrômaté*[3].

Mine de plomb rouge de Sibérie.

Ce minéral, qui est devenu des plus rares, se trouve dans les mines d'or de Bérézof, près d'Ekaterinbourg en Silésie. Il est cristallisé en prismes tétraèdres, terminés quelquefois par des pyramides tétraèdres, et quelquefois ne l'étant pas.

Sa couleur est un rouge d'hyacinthe : celle de la raclure et de sa poussière est d'un jaune citron. Il est très-éclatant; cet éclat tient le milieu entre celui du diamant et l'éclat gras. Sa cassure est lamelleuse; les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Ce minéral varie du transparent au translucide. Il est tendre; sa pesanteur spécifique est de 6,0269[4] à 5,75[5]. Il ne fait point effervescence avec les acides. Traité au chalumeau, il pétille : une certaine portion se réduit, et le

[1] Jameson, III, 401.
[2] Klaproth, Beitrage, V, 204.
[3] Kirwan, II, 214. Brochant. II, 318. Haüy, III, 467. Jameson, III, 410.
[4] Brisson.
[5] Bindheim.

minéral se convertit en une scorie noire, qui colore le borax en vert.

Humboldt apporta de Zimapan au Mexique, en Europe, une mine de plomb brune, que Descostils reconnut être un composé d'acide chrômique et d'oxide de plomb : mais la proportion de l'acide était considérablement plus petite que dans la mine de plomb rouge. Ce minéral semble faire une espèce à part; cependant on n'en a publié jusqu'à présent aucune description [1].

Les parties constituantes de ces minéraux sont :

	Chromate.		Chromate brun.
Oxide de plomb......	65,12 [2]	64 [3]	74,2 [4]
Acide hydrochlorique.	—	—	1,5
Acide chromique.....	34,88	36	16,0
Oxide de fer.........	—	—	3,5
Perte...............	—	—	4,8
	100,00	100	100,0

ESPÈCE 8. — *Plomb sulfaté* [5].

Ce minéral a été trouvé dans l'île d'Anglesey, en Ecosse, en Espagne dans l'Andalousie, et en Allemagne. Il est généralement cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre rectangulaire avec pyramides obtuses. Les pyramides sont souvent diversement tronquées. Sa couleur est le gris jaunâtre, passant quelquefois au blanc jaunâtre, et quelquefois aux gris de fumée et de cendre. A l'extérieur ce minéral est éclatant; à l'intérieur il est très-éclatant : c'est l'éclat du diamant. Sa cassure est compacte. Il est transparent et translucide. Il cède à l'impression de l'ongle. Il est aigre. Sa pesanteur spécifique est de 6,3. Traité au chalumeau, il se réduit sur-le-champ.

---

[1] Ann. de Chim. LIII, 268.

[2] Vauquelin, Journ. des Min. N.° XXXIV, p. 760.

[3] Thénard.

[4] Collet-Descotils, Ann. de Chim. LIII, 271.

[5] Kirwan, Min. II, 211. Klaproth, III, 162. Haüy, III, 503. Brochant, II, 325. Jameson. III, 403. Schweigger's Journ. VIII, 49.

Les parties constituantes de ce minéral sont :

Acide sulfurique...	24,8[1]	25,75[1]	26,0191[2]	25[3]
Oxide de plomb....	71,0	70,50	72,9146	69,5
Oxide de fer.......	1	—	0,1151	—
Oxide de manganèse.	—	—	0,1654	—
Silice et alumine...	—	—	Trace.	—
Eau.............	2	2,25	0,1242	1,5
Perte............	1,2	1,50	0,6616	4
	100,0	100,00	100,0000	100,0

ESPÈCE 9. — *Plomb molybdaté*[4].

M. Jacquin[5] est le premier qui ait parlé, en 1781, de ce minéral, qui se trouve dans la Carinthie. Il se présente quelquefois en masse ; mais ordinairement il est cristallisé en tables cubiques, rhomboïdales; ou octaèdres. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre rectangulaire à triangles isocèles, dans lequel l'incidence des faces d'une pyramide sur celles de l'autre est de 76°,40′[6].

Sa couleur est le jaune de cire. A l'extérieur il est éclatant, à l'intérieur il est peu éclatant ; c'est un éclat gras. Sa cassure est inégale à petits grains ; elle passe à la cassure imparfaitement conchoïde, à petites cavités. Les fragmens sont à bords aigus. Ce minéral est translucide. Il tient le milieu entre l'état aigre, et la disposition à se laisser couper au couteau. Il est aisément frangible. Il est tendre. Sa pesanteur spécifique est de 5,486[7] ; mais lorsqu'il est purifié de sa gangue par l'acide nitrique, cette pesanteur est de 5,706[8]. Le plomb molybdaté est soluble dans les alcalis fixes et dans l'acide nitrique. Il donne une couleur bleue à l'acide sulfurique chaud. Il se dissout dans l'acide hydrochlorique, qui le décompose. Traité au chalumeau, il pétille et se fond en une masse d'un gris jaunâtre, et il se réduit en des globules de plomb[9].

[1] Klaproth, Beitrage, III, 162.
[2] Stromeyer, cité par Jameson, III, 406.
[3] Jordan, Schweigger's Journ. VIII, 52.
[4] Kirwan, II, 212. Klaproth, Ann. de Chim. VIII, 103. Hatchett, Phil. Trans. 1796, p. 285. Haüy, III, 498. Brochant, II, 322. Jameson, III, 407.
[5] Dans ses Miscellanea Austriaca, vol. II, p. 139.
[6] Haüy.
[7] Macquart.
[8] Hatchett.
[9] Macquart.

Les parties constituantes de ce minéral sont :

Oxide de plomb......	64,42[1]	58,40[2]
Acide molybdique....	34,25	38,0
Oxide de fer.........	—	3,08
Silice...............	—	0,28
Perte................	1,33	0,24
	100,00	100,00

ESPÈCE 10. — *Plomb arseniaté* [3].

On avait d'abord confondu ce minéral, trouvé à Johann-Georgen-Stadt, avec celui qui précède, jusqu'à ce que par l'analyse de Rose, il eût été prouvé qu'il ne contenait point d'acide molybdique. On en a rencontré de beaux échantillons aux environs de Redruth dans le Cornouailles, où il se présente en larges prismes hexaèdres et en cristaux capillaires. On dit qu'il se voit encore en doubles pyramides hexaèdres appliquées base à base.

Sa couleur est le jaune de cire. A l'extérieur il est très-éclatant, c'est l'éclat du diamant. A l'intérieur il est éclatant, c'est l'éclat gras. La cassure principale des cristaux est lamelleuse. La cassure en travers est fibreuse. Ce minéral est translucide, tendre, se laissant couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 7,2612.

Ses parties constituantes sont :

Oxide de plomb.....	69,76
Acide arsenique.....	26,40
Acide hydrochlorique	1,58
Perte..............	2,26
	100,00[4]

ORDRE XXII. — *Mines d'Antimoine.*

Les mines d'antimoine se rencontrent presque toujours en filons. Elles affectent les montagnes primitives et les montagnes de transition. La plus abondante de toutes les mines d'antimoine est celle du sulfure de ce métal, c'est la seule qu'on exploite pour les besoins de la métallurgie.

---

[1] Klaproth, Beitrage, II, 275.
[2] Hatchett, Phil. Trans. LXXXVI, 323.
[3] Karsten, Gehlen's Journ. III, 60.
[4] Gregor, Phil. Trans. 1809, p. 205.

Les mines d'antimoine se rencontrent en très-grandes quantités en Suède, en Norwège, en Allemagne, en France, en Angleterre, etc. La table qui suit présente les différens états de ce métal dans ses mines.

Table des espèces.

I. Alliages.

1. Natif.

II. Sulfures.

1. Antimoine gris. 2. Sulfure nickellifère.

III. Oxides.

1. Oxide blanc. 3. Ocre d'antimoine.
2. Antimoine rouge.

Genre I. — *Alliages.*

Espèce 1re. — *Antimoine natif*[1].

Swab découvrit ce minéral, en 1748, à Sala en Suède. On l'a rencontré depuis dans deux autres endroits, à Allemont en France, et à Andreasberg au Hartz. On le trouve en masse et réniforme. Sa couleur est le blanc d'étain. Il est très-éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est parfaitement lamelleuse, avec un clivage quadruple. Ses fragmens sont quelquefois romboïdaux, mais communément indéterminés, à bords obtus. Il se trouve en concrétions distinctes, grenues et quelquefois testacées. Il se laisse assez facilement couper au couteau. Il est tendre, très-aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 6,720[2]. Au chalumeau, il se fond, s'évapore et dépose un oxide blanc d'antimoine. Klaproth en analysa un échantillon pris à Andreasberg. Il était composé de

Antimoine	98,00
Argent	1,00
Fer	0,25
	99,25[3]

[1] Kirwan, II, 245. Brochant, II, 369. Haüy, IV, 252. Jameson, III, 471.
[2] Klaproth, III, 170.
[3] Beitrage, III, 172.

Genre II. — *Sulfures.*

Espèce 1re. — *Antimoine gris* [1].

Cette mine d'antimoine est la plus commune, et en effet c'est presque la seule qui existe.

On trouve l'antimoine gris en masse, disséminé ou cristallisé. Ses cristaux sont des prismes tétraèdres un peu comprimés, dont les pans sont à-peu-près rectangles; ils sont terminés par des pyramides obtuses à quatre faces, dont les faces latérales sont des trapèses [2]. Quelquefois deux des bords sont tronqués, ce qui les rend prismes hexaèdres [3]. La forme primitive de ses cristaux est un octaèdre légèrement rhomboïdal, à triangles scalènes, dans lequel l'angle formé par deux des arêtes de la base est de 87° 52′, et dont les incidences des faces adjacentes, l'une sur l'autre, sont, 109° 24′, 107° 27′ et 110° 58′ [4].

Cette espèce est divisée en quatre sous-espèces.

Sous Espèce 1.re — *Compacte.*

Sa couleur est un gris de plomb clair; la surface est souvent terne, et alors elle passe au bleu ou au pourpre. On la trouve en masse ou disséminée. A l'intérieur ce minéral est éclatant; c'est l'éclat métallique. Sa cassure est inégale, à grains fins. Les fragmens sont indéterminés à bords obtus. Il se présente rarement en petites concrétions distinctes, grenues. Il est tendre, aisément frangible; il est un peu tachant. Il prend de l'éclat par la raclure. Sa pesanteur spécifique est de 4,368; c'est la sous-espèce la moins commune.

Sous-Espèce 2. — *Lamelleux.*

Sa couleur est la même que celle de la sous-espèce précédente. On le trouve en masse ou disséminé. A l'intérieur, il est éclatant; c'est un éclat métallique. Sa cassure est lamelleuse, passant quelquefois à la cassure rayonnée à rayons larges. Le clivage est simple. Les fragmens sont indéterminés. Ce minéral se présente en concrétions distinctes, grenues, à gros et à petits grains, et ordinairement allongées. Il est

---

[1] Kirwan, II, 247. Brochant, II, 371. Haüy, IV, 264. Jameson, III, 473.

[2] Romé de Lisle, III, 49.

[3] Romé de Lisle; et Haüy, Journ. des Min. XXXII, 606.

[4] Haüy, Tableau Lucas, II, 465.

tendre; il n'est pas particulièrement aigre. Il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 4,368.

Sous-Espèce 3. — *Rayonné.*

Sa couleur est un gris de plomb clair, souvent terne. On le trouve en masse, disséminé ou cristallisé en prismes hexaèdres ou tétraèdres. La surface des cristaux est striée en longueur et communément éclatante. A l'intérieur l'éclat varie du très-éclatant au peu éclatant; il est métallique. La cassure est rayonnée. Les fragmens sont indéterminés et quelquefois esquilleux. Il se présente en concrétions distinctes, minces et imparfaitement scapiformes, quelquefois grenues et alongées; il est tendre, n'est pas particulièrement aigre; il est aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 4,2 à 4,5.

Sous-Espèce 4. — *En plumes.*

Sa couleur tient le milieu entre le gris de plomb noirâtre et le gris d'acier. On le trouve en masse, mais plus communément en petits cristaux capillaires. A l'extérieur il est éclatant, et brillant à l'intérieur; c'est l'éclat métallique. Sa cassure est fibreuse, à fibres très-minces entrelacées. Les fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Il est opaque, très-tendre, peu aigre, aisément frangible. Il est pesant.

Par l'analyse que j'ai faite d'un échantillon de la variété rayonnée de cette espèce, je l'ai trouvée composée, savoir :

Antimoine	73,77
Soufre	26,23
	100,00 [1]

Espèce 2. — *Sulfure d'antimoine nikellifère* [2].

Ce minéral se trouve en filons près Freussberg, dans le comté de Sayn-Altenkirchen, dans la principauté de Nassau. Il fut décrit et analysé par Klaproth, en 1812, et en 1814 par le docteur John. Sa couleur est le gris d'acier, passant au gris de plomb et au violet. On le rencontre en masse. La cassure principale est lamelleuse à clivage double. La cassure en travers est inégale, grenue. La cassure principale

[1] Annals of Philosophy, IV, 97.

[2] Ann. de Chim. LXXXIII, 229. LXXXV, 65. Schweigger's Jour. XII, 238. Jameson, III, 481.

est éclatante. La cassure en travers est peu éclatante. Les fragmens sont ordinairement indéterminés, quelquefois inclinant au cube. Ce minéral prend, par la raclure, une couleur grise foncée. Il est aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 5,65. Au chalumeau il se fond en émettant une vapeur blanche qui a l'odeur d'arsenic. Il en reste une partie attachée au charbon qu'elle colore en jaune. Les parties constituantes de ce minéral sont :

Antimoine........	47,75	61,68
Nickel...........	25,25	23,33
Arsenic..........	11,75	——
Soufre...........	15,25	14,16
Corps inconnu....	——	0,83
	100,00[1]	100,00[2]

Genre III. — *Oxides.*

Espèce 1.re — *Antimoine blanc*[3].

Ce minéral a été trouvé en Bohême et dans le Dauphiné. Il est en tables quadrangulaires, et en cubes : quelquefois en cristaux aciculaires, réunis en faisceaux comme les zéolithes, et quelquefois en prismes. Sa couleur varie du blanc de neige au blanc jaunâtre. A l'intérieur il est éclatant, d'un éclat qui tient le milieu entre l'éclat nacré et celui du diamant. Sa cassure est lamelleuse, avec un seul clivage; quelquefois elle est rayonnée. Les fragmens sont indéterminés. Ce minéral se présente en concrétions distinctes grenues et scapiformes. Il est translucide, tendre, se laissant assez facilement couper au couteau, pesant. Exposé à la flamme d'une bougie, il se fond en donnant une fumée blanche [4]. Traité au chalumeau, il pétille. Lorsqu'on l'a pulvérisé d'abord, et qu'il est sur le point de fondre, il s'évapore et donne une fumée blanche qui se répand à l'entour. On peut le réduire à l'état métallique entre deux morceaux de charbon. On avait pris ce minéral pour un hydrochlorate d'antimoine; mais

[1] Klaproth, Ann. de Chim. LXXXV, 71.

[2] John, Schweigger's Jour. XII, 242. Il comprend l'arsenic avec l'indication de la proportion d'antimoine, n'ayant pu parvenir à séparer ces deux métaux.

[3] Kirwan, II, 251. Brochant, II, 381. Haüy, IV, 273. Jameson, III, 487.

[4] Haüy, Journ. des Min. XXXII, 609.

Klaproth s'est assuré dernièrement que c'est un oxide blanc pur de ce métal [1].

Espèce 2. — *Ocre d'antimoine* [2].

L'ocre d'antimoine est très-rare. Elle a été trouvée à Braunsdorf près de Freyberg, et en Hongrie. Elle est quelquefois en masse, quelquefois en couche superficielle sur de l'antimoine gris. Sa couleur est un jaune de paille. Ce minéral est mat. Sa cassure est terreuse; il n'est pas particulièrement aigre, ni pesant. L'ocre d'antimoine est infusible au chalumeau, mais elle répand une fumée blanche et se volatilise : elle bouillonne avec le borax, et se réduit en partie à l'état métallique.

Espèce 3. *Antimoine rouge* [3].

Ce minéral se rencontre à Braunsdorf en Saxe, à Kremnitz en Hongrie, et à Allemont en France. On le trouve communément en cristaux capillaires, groupés en faisceaux. Sa couleur est le rouge de cerise. Il est peu éclatant. Son éclat est de la nature de celui du diamant. Sa cassure est fibreuse. Les fragmens sont cunéiformes et esquilleux. Il se présente en concrétions grenues, à gros et à petits grains, un peu alongées. Il est opaque. Il ne change point par la raclure; il est très-tendre, peu aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,75 [4] à 4,09 [5]. Traité au chalumeau il se fond, en répandant une légère odeur de soufre, et se volatilise. Lorsqu'on le chauffe dans l'acide hydrochlorique, il dégage du gaz acide hydro-sulfurique, tenant en dissolution de l'hydro-sulfate d'antimoine. Si l'on pousse la chaleur jusqu'au rouge, il se dégage un peu d'acide carbonique, il se forme du verre d'antimoine, et la plus grande partie prend la forme d'oxide d'antimoine. Il fournit les 0,675 d'antimoine.

On trouve dans la table qui suit les parties constituantes de celles des espèces précédentes qui ont été soumises à l'analyse.

---

[1] Klaproth, III, 183.
[2] Kirwan, II, 252. Brochant, II, 383. Jameson, III, 489.
[3] Kirwan, II, 250. Brochant, II, 379. Haüy, IV, 276. Jameson, III, 483.
[4] Lamétherie.
[5] Klaproth, III, 179.

	Mine blanche.		Mine rouge.
Oxide d'antimoine..	100[1]	89[2]	78,3[3]
Soufre............	—	—	19,7
Silice.............	—	8	—
Perte.............	—	3	2,0
	100	100	100,0

ORDRE XXIII. — *Mines d'Arsenic.*

L'arsenic est un métal très-abondamment répandu : il accompagne presque tous les autres métaux. Il se rencontre quelquefois aussi formant des filons particuliers; c'est le plus ordinairement dans des montagnes primitives, quoiqu'il se trouve de ces filons, au moins pour quelques-unes des espèces du minéral, dans des roches stratiformes.

Le différentes mines dans lesquelles ce métal se rencontre sont les suivantes :

I. Alliages.

1 Arsenic natif.

II. Sulfures.

1 Pyrite arsenicale. 2 Orpiment.

III. Oxides.

1 Arsenic oxidé natif.

GENRE I. — *Alliages.*

ESPÈCE 1re. — *Arsenic natif*[4].

Ce minéral se rencontre dans différentes parties de l'Allemagne. On le trouve en masses réniformes, uviformes, etc. Sa couleur est un gris de plomb clair, mais bientôt sa surface se ternit à l'air et devient d'un noir grisâtre. Dans sa cassure fraîche, il est éclatant d'un éclat métallique; sa raclure est d'un gris bleuâtre avec éclat métallique. Sa poussière est d'un noir mat. Sa cassure est inégale, à petits grains; quelquefois elle est imparfaitement lamelleuse. Il se présente en concrétions distinctes lamelleuses, à lames minces et courbes.

---

[1] Klaproth, Beitrage, III, 183.
[2] Vauquelin, Haüy, IV, 174. Il se trouve un peu de fer dans l'oxide d'antimoine.
[3] Klaproth, Beitrage, III, 132.
[4] Kirwan, II, 255. Brochant, II, 435. Haüy, IV, 220. Jameson, III, 524.

Il est demi-dur, très-aisément frangible, se laissant couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 5,67 [1] à 5,7249 [2]. Il donne, étant frappé, une odeur arsenicale. Traité au chalumeau, il se fond en dégageant une fumée blanche qui a une odeur d'ail; il brûle avec une flamme bleuâtre et se volatilise peu-à-peu. Il se dépose sur le charbon une poussière blanche. Il est toujours allié avec du fer [3]; il contient souvent de l'argent et quelquefois de l'or.

Genre II. — *Sulfures.*

Espèce 1re. — *Pyrite arsenicale* [4].

Ce minéral est très-commun dans plusieurs parties de l'Allemagne, etc. Il se rencontre en masse, disséminé, et très-souvent cristallisé. La forme primitive de ses cristaux est un prisme droit rhomboïdal, dont les angles à la base sont de 103° 20′ et 76° 40′. Il se présente sous cette forme. Quelquefois le prisme est terminé par des sommets à 4 faces; quelquefois ses faces latérales sont cylindriques. On le trouve aussi en cristaux lenticulaires. Cette espèce se partage en deux sous-espèces.

Sous-Espèce 1.re — *Pyrite arsenicale commune.*

Sa couleur, dans une cassure fraîche, est le blanc d'argent; mais elle devient d'un terne jaunâtre à l'air. On la trouve en masse, disséminée ou cristallisée en prismes tétraèdres obliquangles, en pyramides doubles à quatre faces dont les bords sont très-aigus, en cubes irréguliers, et en aiguilles. Les faces latérales sont lisses; celles formées par la troncature sont communément striées. Elles sont très-éclatantes. A l'intérieur, le minéral est éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est inégale, à grains assez gros ou à petits grains. Ses fragmens sont indéterminés, à bords obtus. Elle se présente rarement en pièces séparées; quelquefois elle est en concrétions distinctes scapiformes. Elle est dure, aigre; sa pesanteur

---

[1] Kirwan.
[2] Brisson.
[3] De Born, Catal. de Raab, III, 194.
[4] Kirwan, II, 256. Brochant, II, 438. Haüy, IV, 57. Jameson, II, 469.

spécifique est de 5,405 à 6,522. Elle donne, par le frottement, une odeur arsenicale.

SOUS-ESPÈCE 2. — *Pyrite arsenicale argentifère.*

Sa couleur est le blanc d'argent, mais la surface se ternit et devient jaunâtre. On la trouve en masse, disséminée et cristallisée en petits prismes tétraèdres aciculaires. A l'extérieur ce minéral est éclatant; à l'intérieur il est peu éclatant, c'est l'éclat métallique. Sa cassure est inégale à grains fins. Les fragmens sont indéterminés. Elle a quelquefois une tendance à la forme de concrétions distinctes grenues, à grains fins. Sous tous les autres rapports elle est semblable à la sous-espèce précédente.

Les parties constituantes de la pyrite arsenicale sont :

Arsenic............	48,1	43,4	42,88
Fer...............	36,5	34,9	36,04
Soufre............	15,4	20,1	21,08
Perte.............	—	1,6	—
	100,0[1]	100,0[2]	100,00[3]

ESPÈCE 2. — *Orpiment.*

On partage cette espèce en deux sous-espèces, savoir : *l'orpiment rouge* et *l'orpiment jaune.*

SOUS-ESPÈCE 1.re — *Orpiment rouge.* — *Réalgar*[4].

On trouve ce minéral en Sicile, dans le voisinage du Vésuve, dans la Hongrie, la Transilvanie, et dans différentes parties de l'Allemagne, etc. Il se rencontre en masse ou cristallisé. La forme primitive des cristaux est un octaèdre à triangles scalènes, qui paraît être une modification de celui du soufre : les cristaux sont communément des prismes tétraèdres, hexaèdres, octaèdres, décaèdres et dodécaèdres, terminés par des sommets à 4 faces[5].

Sa couleur est un rouge aurore. Celle de la raclure est un jaune citron ou orangé; elle est éclatante, d'un éclat qui tient

[1] Mon analyse.
[2] Chevreul.
[3] Stromeyer, Schweigger's Journ. X, 404.
[4] Kirwan, II, 261. Bergman, II, 297. Brochant, II, 447. Haüy, IV, 228. Jameson, III, 538.
[5] Romé de Lisle, III, 34. Haüy, IV, 229.

le milieu entre l'éclat nacré et celui du diamant. Ce minéral est translucide, très-tendre, aigre, aisément frangible. Sa pesanteur spécifique est de 3,3384 [1]. Il est idio-électrique, et acquiert l'électricité résineuse par le frottement [2]. L'acide nitrique lui enlève sa couleur. Traité au chalumeau il se fond aisément; il brûle ensuite avec une flamme bleuâtre en répandant une odeur d'ail, et il s'évapore aussitôt.

Sous-Espèce 2. — *Orpiment jaune* [3].

Ce minéral se rencontre dans la Hongrie, en Valachie, en Géorgie et dans la Turquie asiatique. On le trouve en masse ou cristallisé; les cristaux sont groupés ensemble si confusément qu'à peine peut-on bien déterminer leur forme. Quelques-uns paraissent être des octaèdres, et d'autres de très-petits prismes tétraèdres. La couleur de ce minéral est un jaune citron. Sa raclure est semblable. A l'intérieur il est très-éclatant, d'un éclat qui varie entre l'éclat demi-métallique et celui du diamant. Sa cassure est lamelleuse, à lames courbes. Il est flexible dans les lames minces, sans être élastique. Il se présente en concrétions distinctes grenues, à gros et à petits grains. Il est transparent ou translucide, tendre, se laissant couper au couteau. Sa pesanteur spécifique est de 3,048 [4] à 3,521 [5]. Il fait effervescence avec l'acide nitrique chaud. Il brûle avec une flamme blanche bleuâtre. Au chalumeau il se fond, donne une fumée blanche et se volatilise en laissant un résidu terreux et quelques traces de fer. Il acquiert l'électricité résineuse par le frottement.

Ces deux sous-espèces, quoiqu'elles diffèrent par la couleur, paraissent être formées des mêmes parties constituantes. Nous donnons ici leur composition d'après l'analyse de Klaproth.

	Réalgar.	Orpiment.
Arsenic................	69	62
Soufre................	31	38
	100 [6]	100 [6]

[1] Brisson.
[2] Haüy, Journ. des Min. N.° XXXII, 612.
[3] Kirwan, II, 260. Alberti, *de Auripigmento*. Scopoli, *in Anno 5.to Hist. nat.* p. 59. Bergman, II, 97. Brochant, II, 444. Haüy. IV, 234. Jameson, II, 481.
[4] Kirwan. [5] Gellert. [6] Beitrage, V, 238.

Suivant Laugier, le réalgar consiste dans un sulfure d'arsenic mêlé avec une quantité variable d'arsenic métallique, tandis que l'orpiment est le sulfure d'arsenic à l'état de pureté.

Genre III. — *Oxides.*

Espèce 1.re — *Arsenic oxidé natif*[1].

L'arsenic oxidé natif se rencontre dans différentes parties de l'Allemagne, de la Hongrie, etc. On le trouve en particules pulvérulentes, en masse, ou cristallisé en prismes aciculaires. Il est très-rare. Sa couleur est le blanc ou le gris, souvent avec une teinte de rouge, de jaune, de vert ou de noir. Il est ordinairement brillant, opaque ou translucide sur les bords. Lorsqu'il est cristallisé, il est translucide. Sa contexture est terreuse; il est tendre, aigre. Sa pesanteur spécifique est de 3,7[2]. Il se dissout sans effervescence dans l'acide nitrique chaud étendu. Il est soluble dans quatre-vingts fois son poids d'eau à la température de 16° centigrades. Traité au chalumeau, il se sublime sans s'enflammer. Il colore le borax en jaune.

CHAPITRE III.

Des minéraux composés.

Les minéraux que nous venons de décrire dans le chapitre précédent ne se trouvent presque jamais isolés. Ils sont ordinairement réunis en groupes variés, composant les roches et en général tout ce qui tient à la constitution minérale du globe terrestre. L'étude de ces groupes, auxquels on a donné le nom de Minéraux composés, est l'objet de la géologie ou géognosie, l'une des branches les plus importantes de la physique. C'est par cette science que nous parvenons à la connaissance de la structure du globe, que nous déterminons le gissement respectif des différens minéraux, leur rapport entre eux, et que nous jugeons des changemens auxquels ils

Géognosie.

---

[1] Kirwan, II, 258. Bergman, II, 285. Brochant, II, 450. Haüy, IV, 225. Jameson, III, 540.
[2] Kirwan.

sont assujétis, ou qu'ils ont éprouvés. Ce n'est que par des observations nombreuses et par une grande habileté à bien saisir les faits, qu'on peut faire quelques progrès dans un sujet de recherches aussi difficile. L'art de l'exploitation des mines a été pendant long-temps suivi avec beaucoup plus de soin en Allemagne que dans tout autre pays. La surveillance de cette exploitation y fut confiée à des hommes instruits, qui recueillaient avec soin tout ce que les travaux pouvaient leur présenter de plus intéressant. Aussi est-ce en Allemagne qu'il a été fait le plus d'observations, et que les matériaux propres à former une science de la géologie, ont été rassemblés. Werner, professeur célèbre de minéralogie à Freyberg, entreprit cette tâche difficile. En généralisant avec la plus étonnante sagacité, les observations de ceux qui l'avaient précédé, ainsi que les siennes propres, il parvint à fonder une théorie qui excita l'attention universelle. Il donna le nom de *géognosie* à cette branche de la science qu'il venait de créer ainsi. La théorie de Werner n'a encore été expliquée en détail, jusqu'à présent, que dans ses leçons. Il n'en a été publié, à ma connaissance, sur le continent, aucun exposé intelligible [1]; mais en Angleterre, nous sommes redevables au professeur Jameson d'un traité excellent sur ce sujet, sous le titre d'*Elémens de Géognosie*. Ce traité, très-complet, publié en 1808, forme le troisième volume de sa *minéralogie* [2].

Généralités par Werner

---

[1] M. Brochant, ingénieur en chef des mines, professeur à l'école royale des mines à Paris, a publié un Traité élémentaire de Minéralogie suivant les principes de Werner, et dans lequel la théorie de ce minéralogiste célèbre est complètement et clairement exposée. La deuxième édition de cet ouvrage, dont la première a été promptement épuisée, date de 1808. Il peut paraître étonnant que le docteur Thomson n'ait pas eu, à l'époque de cette cinquième édition de son Système de Chimie (1817), connaissance de cet important ouvrage. (*Note du Traducteur.*)

[2] Je ne peux trop recommander à l'attention des minéralogistes cet intéressant ouvrage. On y trouve, indépendamment de la théorie de Werner, une masse énorme de faits de la plus grande importance, que tout minéralogiste doit connaître. L'exposé que je donne de cette minéralogie, quoique très en raccourci, est aussi détaillé que la nature de ce présent Système de Chimie pouvait le comporter, et c'est au professeur Jameson que je dois tous les matériaux qui m'ont servi à le former.

Il existe une autre théorie géologique, qui est, jusqu'à un certain point, l'opposé de celle de Werner. Cette théorie, établie avec beau-

Nous n'avons aucune notion directe et précise relativement à la structure des parties intérieures de la terre ; mais aux surfaces, cette structure se présente à nos regards par des ravins, des fleuves, des mines, etc., et ce sont les seuls objets d'observations qui puissent nous fournir les moyens de l'étudier. Ces observations constituent les fondemens de la géognosie ; c'est d'elles que toutes les conclusions de la science sont déduites.

Roches.

Les masses pierreuses dont il nous paraît que la terre se compose sont quelquefois *simples*, ou formées de quelqu'un des minéraux décrits dans le chapitre précédent, tels que, par exemple, *la pierre calcaire, la serpentine, le quartz* ; mais plus fréquemment ces masses sont des composés, formés de deux ou d'un plus grand nombre de minéraux simples diversement mêlés et unis ensemble ; tels que le *granite*, qui consiste dans du *quartz*, du *feldspath*, et du *mica*.

Les roches suivent un ordre particulier.

Ces masses pierreuses, ou *roches*, sont en grand nombre, et elles se rencontrent dans le sein de la terre reposant l'une sur l'autre ; de manière qu'une roche d'une espèce de pierre est couverte par une roche d'une autre espèce, comme celle-ci l'est par une troisième, et ainsi de suite. Or, dans cette superposition des roches, on a observé que leur situation n'est pas arbitraire ; chacune occupe une place déterminée, de sorte qu'elles suivent entre elles un ordre régulier dans l'enveloppe de la terre, depuis la plus grande profondeur à laquelle il ait été possible de l'examiner, jusqu'à sa surface. Ainsi, dans la considération des roches, il est deux choses qui doivent fixer l'attention, savoir : leur composition, et leur situation, ou leur gissement respectif. Mais outre les roches qui constituent en presque totalité la croûte terrestre, il est des masses qui se présentent aussi à notre observation.

---

coup d'esprit et de sagacité par un homme de génie, est bien connue en Angleterre, sous le nom de *Théorie huttonienne*. Il pourrait d'abord paraître singulier que je n'en aie fait aucune espèce de mention dans le texte, surtout d'après les nombreuses et importantes expériences de sir James Hall, et la grande masse de *preuves* et d'*éclaircissemens* fournis à l'appui de cette théorie par le savant et l'éloquent professeur Playfair. Mais tout examen de cette théorie serait devenu étranger au chapitre présent, parce qu'elle a moins pour objet le gissement des minéraux composés que leur *formation originaire*, sujet nécessairement hypothétique, et dont, par conséquent, je n'ai pas cru devoir m'occuper.

Ces masses, qui traversent les roches dans des directions différentes, sont connues sous le nom de *filons*. Il semblerait que les roches ayant été séparées dans différents endroits par des fentes qui s'y seraient opérées de leur partie supérieure à celle la plus basse, la brèche où le vide aurait été rempli depuis par la matière qui constitue le filon.

Ainsi donc l'examen des minéraux composés, ou roches, se divise naturellement en trois parties, savoir : 1. la structure des roches ; 2, le gissement des roches ; 3, les filons. Nous allons nous occuper séparément de ces trois objets de considération dans chacune des trois sections suivantes. Arrangement.

SECTION PREMIÈRE.

De la Structure des Roches.

On peut partager les roches en deux classes, savoir :

I. La roche simple, ou qui ne contient qu'un seul minéral.

II. La roche composée, ou formée de plus d'une substance minérale.

Les roches composées sont de deux espèces.

I. Les roches cimentées ; composées de grains aglutinés par un ciment, comme le *sandstein* (*grès*).

II. Les roches aggrégées, ou dont les parties composantes sont entrelacées les unes dans les autres sans être liées entre elles par un ciment, comme le *granite*.

Les roches aggrégées sont également de deux espèces.

I. La roche indéterminée.

Il ne s'est présenté, jusqu'à présent, qu'un seul exemple de cette sorte d'aggrégation, savoir, la *serpentine plus ancienne*, qui offre un mélange de pierre calcaire et de serpentine tellement intime, qu'il est difficile de dire quelle est celle des deux subtances qui prédomine.

II. La roche déterminée.

La roche déterminée est ou aggrégée simple, ou aggrégée double.

Il y a quatre espèces de roches aggrégées simples, savoir :

1. Roche aggrégée simple grenue, ou composée de grains qui ont à-peu-près les mêmes dimensions en longueur,

largeur et épaisseur, et qui sont de formation contemporaine, comme le *granite*, la *sienite*.

2. Roche aggrégée simple schisteuse, ou formée de feuillets posant l'un sur l'autre, tel que le *schiste micacé*.

3. Roche aggrégée simple porphyrique, ou composée d'une masse principale compacte, contenant des cristaux qui paraissent s'y être déposés à l'époque de la formation de la roche, comme le *porphyre commun*.

4. Roche aggrégée simple amygdaloïde, ou formée d'une masse principale compacte, contenant des vésicules qui paraissent avoir été remplies depuis, comme les *amygdaloïdes*.

Les roches aggrégées doubles se partagent en cinq espèces, savoir :

1. La schisteuse grenue, composée de masses schisteuses posant l'une sur l'autre. Chaque feuillet schisteux individuel est composé de grains cohérens ensemble ; ou la roche est schisteuse en grand, et grenue en petit, comme le *gneiss*.

2. La grenue schisteuse, formée de grosses masses grenues cohérentes ensemble, chaque grain étant composé de lames ; ou la roche est grenue en grand, et schisteuse en petit, comme la *roche de topase*.

3. La porphyrique grenue; ou grenue en petit, et porphyrique en grand, comme le *granite*, la *pierre verte*, souvent.

4. La porphyrique schisteuse, ou schisteuse en petit, porphyrique grand, comme le *schiste micacé*, fréquemment.

5. Porphyrique et amygdaloïde ; ou en masse, à-la-fois porphyrique et amygdaloïde, comme les *amygdaloïdes*, et fréquemment le *basalte*.

Telles sont les différentes espèces de structures de roches observées et décrites jusqu'à présent.

La table qui suit présente l'énumération de ces différentes espèces de structures.

Table de la structure des roches.

I. Roches simples.

II. Roches composées.

A. Cimentées.	*a*. Indéterminées.
B. Aggrégées.	*b*. Déterminées.

I. Simple.

1. Grenue.	3. Porphyrique.
2. Schisteuse.	4. Amygdaloïde.

II. Double.

1. Schisteuse grenue.
2. Grenue schisteuse.
3. Porphyrique grenue.
4. Porphyrique Schisteuse.
5. Porphyrique et amygdaloïde.

SECTION II.

Du Gissement respectif des Roches.

Le nombre des roches observées jusqu'à présent est d'environ soixante. Ce sont ces roches qui, diversement placées les unes sur les autres, forment l'ensemble de la croûte de la terre à la plus grande profondeur à laquelle tous les efforts de l'industrie humaine aient pu nous faire pénétrer. Or ces roches occupent, les unes à l'égard des autres, une situation déterminée, qu'elles conservent invariablement dans chaque partie de la terre. Ainsi on n'y trouve jamais la pierre calcaire *sous* le granite, mais toujours elle est *par dessus.* Si l'on suppose que chaque roche particulière, ou *couche*, qui constitue une portion de la surface de la terre, s'étende tout autour de la terre et enveloppe le noyau central, comme la peau d'un oignon, alors chaque roche devra occuper une place déterminée; une espèce serait toujours la plus basse, ou la plus près du centre, une autre espèce s'appliquerait uniformément sur elle, une troisième reposerait de la même manière sur celle-ci, et ainsi de suite. Or quoiqu'en réalité les roches ne s'étendent pas de cette manière non interrompue autour de la terre; quoique cette continuité de leur application se trouve souvent arrêtée, en partie par l'inégalité du noyau sur lequel elles reposent, en partie par leur propre inégalité d'épaisseur dans différens endroits, et en partie par d'autres causes, nous pouvons cependant encore assez en suivre la trace pour nous convaincre que les roches qui constituent la croûte du globe, considérées en grande échelle, sont partout les mêmes, et qu'elles occupent invariablement la même situation respective entre elles. C'est donc cette situation respective que Werner a choisie comme base de sa classification des roches. Il les divise en cinq classes. La première de ces classes comprend les roches

qui, en supposant que chaque couche s'étend sur toute la terre, seraient placées le *plus bas*, ou le plus près du centre de toutes celles des roches qui nous sont connues; et qui se trouveraient recouvertes par toutes les autres roches. La seconde classe se composerait de celles des roches qui s'appuieraient alors immédiatement sur celles de la 1.re classe en les couvrant. Les roches de la 3.e classe couvriraient de la même manière celles de la seconde. Il en serait ainsi des roches de la 4.e classe, relativement à celles de la 3.e; et enfin les roches de la 5.e classe seraient celles placées au-dessus de toutes les autres, et qui constituent la surface immédiate de la terre. Les roches de la 1re classe sont recouvertes par les roches de toutes les autres classes; mais elles ne posent jamais elles-mêmes sur aucune autre roche. Les roches des autres classes s'appliquent par ordre l'une sur l'autre. On a désigné, sous le titre de *formations*, ces grandes classes de roches, et on les distingue par les dénominations spécifiques suivantes, savoir :

Classes des roches.

I. Formations primitives.
II. Formations de transition.
III. Formations stratiformes, ou secondaires.
IV. Formations d'alluvion.
V. Formations volcaniques.

Les formations primitives sont par conséquent les plus basses de toutes, et ce sont celles d'alluvion qui constituent la surface de la terre; car les formations volcaniques ne se rapportent évidemment qu'à des points particuliers. Ce n'est pas que les formations primitives se trouvent toujours à une grande profondeur au-dessous de la surface de la terre; elles sont très-souvent à cette surface, ou même elles forment des montagnes. Lorsqu'il en est ainsi, les autres classes de formations manquent entièrement. De même aussi les formations de transition, et d'autres formations, peuvent occuper chacune à leur tour la surface, ou constituer la masse d'une montagne. Alors toutes les formations subséquentes qui devraient les recouvrir manquent dans ce point particulier.

Chacune de ces grandes classes de formations consiste dans un nombre plus ou moins considérable de roches, qui occupent respectivement entre elles une position déterminée, et qui, comme les grandes formations elles-mêmes, man-

quent souvent dans des endroits particuliers. Passons à l'examen des roches qui composent toutes ces différentes formations.

Classe I.re — *Formations primitives.*

Les roches qui constituent les formations primitives sont en très-grand nombre. On les a donc divisées en sept séries, qui établissent autant de formations primitives, et dont chacune se distingue par le nom de la roche particulière qui y prédomine. Ces sept séries de formations primitives sont les suivantes :

1. Granite.
2. Gneiss.
3. Schiste micacé.
4. Schiste argileux.
5. Porphyre primitif le plus nouveau. Formations principales.
6. Siénite.
7. Serpentine plus nouvelle.

Le granite ou granit, occupe la partie la plus basse, et Subordonnées. la siénite la partie la plus élevée des formations primitives. Le granite se trouve presque sans mélange d'aucune autre roche, tandis que dans le gneiss, dans le schiste micacé, et dans le schiste argileux, il se rencontre des *couches** de *porphyre ancien*, de *trap primitif*, de *calcaire primitif*, de *serpentine ancienne*, et de *roche quartzeuse*. C'est par cette raison que ces roches sont alors considérées comme constituant des formations *subordonnées* au gneiss, au schiste micacé et au schiste argileux. Le gypse se trouve en couches dans le schiste micacé ; et le schiste siliceux ancien existe de même dans le schiste argileux ; il s'ensuit que le gypse et le schiste siliceux constituent des formations subordonnées au schiste micacé et au schiste argileux. Ainsi, outre les sept principales formations primitives, il se présente encore sept formations subordonnées, qui sont entremêlées parmi les seconde, troisième et quatrième formations. Il faut encore ajouter à cette énumération la *roche de topaze*, qui repose sur le gneiss et sous le schiste argileux, ce qui porte à quinze le nombre des formations primitives.

Si l'on suppose que le noyau de la terre a été produit le Age relatif.

---

* Lorsqu'une montagne se trouve composée de *couches* de la même espèce de pierres, on la dit *stratifiée* ; lorsqu'au contraire les couches sont de *différentes* natures de pierres, cette montagne est alors désignée comme se composant de *lits*.

premier, et qu'ensuite les différentes formations ont été déposées successivement sur ce noyau, il s'ensuivra qu'elles sont d'autant plus anciennes qu'elles s'en rapprochent davantage, et réciproquement d'autant plus nouvelles qu'elles se trouvent plus près de la surface. Cette supposition donne l'explication de quelques-unes des dénominations appliquées aux formations primitives. On regarde, par exemple, comme porphyre le plus ancien celui qui se trouve placé le plus bas dans la série des formations, et comme porphyre le plus nouveau celui qui se rapproche le plus de la surface. Le granite, par conséquent est, dans cette manière de voir, de toutes les formations, la plus ancienne, tandis que les dépôts d'alluvion sont les plus nouvelles de toutes.

La table qui suit présente une vue synoptique des formations primitives.

Table des formations.

Formations principales.	*Formations subordonnées.*
1 — granite.	
2 — gneiss. 3 — schiste micacé. 4 — roche de topaze. 5 — schiste argileux.	6 — porphyre plus ancien. 7 — trap primitif. 8 — calcaire primitif. 9 — serpentine plus ancienne. 10 — quartz. 11 — gypse. 12 — schiste siliceux plus ancien.
13 — porphyre plus nouveau. 14 — siénite. 15 — serpentine plus nouvelle.	

Nous allons maintenant examiner chacune de ces formations dans l'ordre suivant lequel elles ont eu lieu.

1. *Granite.*

Composition.

Le granite * est de toutes les formations celle qui se rap-

* Le professeur Jameson nous apprend, sur l'autorité de Werner, que le mot *granite* fut employé la première fois par Tournefort, dans son Voyage au Levant, publié en 1699. J'avais fait remarquer, dans une édition précédente de cet ouvrage, que ce terme se trouve dans le registre de la société royale, dès l'année 1661, par la mention qui y est faite d'un morceau de roche granitique présenté par M. Winthrop. Mais en consultant ce registre de la société royale, j'ai trouvé

proche le plus du noyau de la terre, et toutes les autres lui sont superposées. Il est formé de *feldspath*, de *quartz* et de *mica ;* et chacun de ces élémens y est à l'état de grains cristallisés, immédiatement et entièrement réunis les uns aux autres sans que leur adhésion soit due à aucun ciment. Le feldspath domine ordinairement dans le granite, et c'est le mica qui s'y trouve en moindre quantité. La couleur du quartz et du mica est communément le gris ; mais celle du feldspath varie considérablement, et présente différentes nuances de blanc, de gris, de rouge et de vert. Les granites diffèrent beaucoup entre eux, sous le rapport du volume de leurs élémens. Les grains en sont quelquefois très-gros, quelquefois aussi ils se trouvent tellement petits que le granite a l'aspect d'un grès. Il devient *porphyrique,* lorsque dans cet état de granite à grains fins, il contient de grands cristaux de feldspath. Cette roche est quelquefois distinctement stratifiée ; mais dans d'autres cas on ne peut apercevoir dans ses masses aucun indice de stratification. Le granite non stratifié, ou granite en *masse*, est fréquemment composé de gros blocs arrondis, formés chacun de concrétions distinctes concentriques testacées ; et les intervalles qui séparent ces blocs sont remplis de granite plus tendre, sujet à tomber en poussière, lorsqu'il se trouve exposé à l'action de l'air.

Outre le feldspath, le quartz et le mica, qui constituent essentiellement le granite, il peut encore accidentellement contenir, quoiqu'en petites quantités seulement, d'autres minéraux cristallisés. Les cristaux étrangers qu'on y remarque sont principalement de *schorl*, quelquefois de *grenat* et de *tin-stone*, *pierre d'étain*. **Minéraux étrangers.**

Le granite contient très-rarement parmi ses stratifications des couches de roche étrangère. Celles de feldspath sont les seules qu'on ait eu occasion d'y observer. Le granite est moins riche en mines que quelques-unes des autres forma-

---

que le docteur Birch, de qui je tenais ce renseignement (Birch's Hist. of the R. Soc., I, 80.), avait altéré la manière d'écrire le mot dans le registre ; il s'agit d'*un morceau d'une roche de granate*. Or, j'ai reconnu que le docteur Brown se sert, dans ses Voyages, du terme *granate*, pour signifier ce que nous appelons actuellement *grenat*. Il est donc probable que l'échantillon présenté à la société royale était du *grenat*, et non du *granite*. Ainsi mon observation était erronée.

tions. Les métaux qu'on y trouve en plus grandes quantités sont le fer et l'étain. C'est jusqu'à présent le principal gissement connu du molybdène. On y rencontre aussi de l'argent, du cuivre, du plomb, du bismuth, de l'arsenic, du cobalt, du tungstène et du titane.

Outre la grande formation de granite dont il vient d'être question, Werner en a découvert une seconde qui se trouve à-peu-près dans la même situation géognostique que le porphyre et la siénite.

Granite plus nouveau.

Les filons de granite qui traversent le gneiss, le schiste micacé, et le schiste argileux, appartiennent à cette formation. Ces filons présentent plusieurs caractères particuliers qui peuvent servir à faire distinguer le granite plus nouveau de l'autre. Il se trouve ordinairement à une moindre profondeur; il est communément d'une couleur rouge foncée, il contient des grenats et il n'est pas porphyrique.

Lorsque le granite n'est recouvert par aucune autre formation, il forme des pics élevés et des rochers escarpés et anguleux.

Le granite se rencontre aussi dans les formations de transition, et même dans les formations stratiformes.

2. *Gneiss.*

Composition.

Le gneiss * est la formation qui repose immédiatement sur le granite, dans laquelle en effet il se convertit par degrés. Cette roche se trouve composée des mêmes élémens que le granite, savoir: de feldspath, de quartz et de mica; mais elle en diffère quant à la contexture, que l'abondance du mica rend schisteuse. La contexture de chaque feuillet isolé est grenue, et par conséquent celle du gneiss est *schisteuse grenue*. Le gneiss est toujours distinctement stratifié. Il contient quelquefois des cristaux de schorl; mais ils sont plus petits et beaucoup moins communs que dans le granite. La tourmaline et le grenat s'y rencontrent, au contraire, plus ordinairement. Le gneiss renferme beaucoup de couches étrangères, qui ne se rencontrent pas dans le granite. On y

Minéraux étrangers.

* Le mot *gneiss* est d'origine saxonne; les mineurs de ce pays l'appliquent à la pierre décomposée qui forme les parois des filons. Werner lui donna le premier la signification qu'il a. Jameson's Geognesy, p. 113.

trouve des couches de trois des six premières formations subordonnées. C'est peut-être la roche la plus riche en minérais métalliques; presque tous les métaux y ont été trouvés, soit en couches, soit en filons.

Lorsque le gneiss n'est recouvert par aucune autre formation, il forme des montagnes et des rochers arrondis, qui sont moins escarpés et moins isolés que ceux de granite.

3. *Schiste micacé.*

La formation qui repose immédiatement sur le gneiss, et dans laquelle il passe insensiblement, est le *schiste micacé.* Cette roche, ainsi que la précédente, est essentiellement composée de quartz et de mica. Comme le gneiss, elle est schisteuse; mais elle diffère de cette roche en ce qu'elle ne contient pas de feldspath. Elle est toujours stratifiée. Elle contient très-souvent de grandes quantités de grenats cristallisés, qui lui donnent l'apparence porphyrique; sa contexture est porphyrique schisteuse. On y trouve aussi quelquefois des cristaux de tourmaline, de cyanite et de granatite. Le feldspath s'y rencontre aussi accidentellement; non pas cependant comme partie constituante, mais réniforme et en masses irrégulières. Ainsi que le gneiss, le schiste micacé contient beaucoup de corps étrangers, on y rencontre du porphyre plus ancien, du trap primitif, de la pierre calcaire primitive, de la serpentine plus ancienne et du gypse. Cette roche est riche en minéraux métalliques. On y trouve des couches de mine de fer magnétique, de pyrites, de galène, de pyrites cuivreuses contenant de l'or, de la blende, du cinabre, du cobalt éclatant, des pyrites magnétiques, et quelquefois même de l'or natif. Le schiste micacé abonde aussi en filons métalliformes. Minéraux étrangers.

4. *Schiste argileux.*

Le schiste micacé passe graduellement au schiste argileux, formation qui le recouvre immédiatement. Le schiste argileux est essentiellement composé du minéral qui a été décrit sous le même nom dans le chapitre précédent. Cette roche est toujours schisteuse et toujours stratifiée. Lorsqu'elle se rapproche du schiste micacé, on y peut distinguer des grains de quartz et du mica. On y rencontre aussi quelquefois des

cristaux de feldspath, du schorl, de la tourmaline, des grenats et de la hornblende.

Cette roche comprend plusieurs variétés de schistes.

Sous le nom de *formation de schiste argileux*, on ne comprend pas seulement le schiste argileux proprement dit, mais encore *la chlorite schisteuse*, *le talc schisteux*, *le schiste à aiguiser*, *le schiste à dessiner et le schiste alumineux*. Toutes ces roches se rencontrent avec le schiste argileux pur, elles sont stratifiées de même, elles passent graduellement l'une dans l'autre, et par conséquent elles ne doivent être considérées que comme une partie constituante de la même formation. Elles affectent cependant un ordre particulier qu'indique la table suivante, où sont établies d'abord celles qui se trouvent aux profondeurs les plus grandes, et qu'on appelle les plus anciennes, et après elles les roches qui se rapprochent davantage de la surface du globe, ou les plus nouvelles.

Leur position relative.

1 — schiste argileux d'un gris jaunâtre clair.
2 — schiste argileux d'un gris foncé.
3 — schiste argileux vert.
4 — chlorite schisteuse et pierre ollaire.
5 — talc schisteux.
6 — schiste à aiguiser.
7 — schiste argileux gris-bleuâtre.
8 — schiste argileux rouge.
9 — schiste à dessiner.
10 — schiste alumineux.

Minéraux étrangers.

Outre ces différentes couches, qu'on peut considérer comme constituant la formation du schiste argileux, il en contient encore de toutes les huit formations subordonnées. On y trouve aussi un très-grand nombre de minérais métalliques disposés en couches, tels que des pyrites ferrugineuses, des pyrites cuivreuses, des pyrites arsenicales; le cobalt, la galène, etc. On y rencontre encore plusieurs espèces de filons métalliques.

Le schiste argileux se trouve également dans des formations stratiformes.

Après avoir ainsi décrit les quatre premières formations primitives, nous allons passer aux formations subordonnées, auxquelles nous joindrons la roche de topaze, à raison de sa rareté. Ces formations consistent, dans le porphyre plus ancien, le trap primitif, la pierre calcaire primitive, la ser-

pentine plus ancienne, le quartz, la roche de topaze, le gypse et le schiste siliceux primitif.

5. *Porphyre plus ancien.*

Le mot porphyre, dans le sens où l'emploie Werner, doit signifier une roche ayant pour base une substance minérale compacte, dans laquelle sont empâtés des grains ou des cristaux de quelque autre minéral. Chaque porphyre a pour base une substance différente. Tantôt c'est la pierre argileuse, tantôt le pechstein, etc., et le porphyre tire toujours son nom de celui de cette base. Les différentes espèces de porphyre qui ont été décrites sont les suivantes :

Espèces.

1 porphyre argileux.
2 — à base de hornstein.
3 — à base de feldspath.
4 — à base de pechstein.
5 — à base de siénite.
6 — à base d'obsidienne.
7 — à base de perlstein.

Les cristaux qui se trouvent entremêlés parmi les différentes bases de ces porphyres, sont ordinairement ceux de feldspath, quelquefois ceux de quartz, et quelquefois ceux de hornblende et de mica ; mais il est rare de rencontrer ces deux dernières espèces, et les cristaux de mica sont ceux qui s'y trouvent le moins communément.

Deux formations de porphyre.

Il existe deux formations très-différentes de porphyre : la première se trouve en couches dans le gneiss, dans le schiste argileux et dans le schiste micacé ; tandis que la seconde repose toujours sur toutes ces formations. C'est de là que dérive la dénomination de *porphyre plus ancien* par laquelle on désigne la première de ces deux formations, et celle de *porphyre plus nouveau* que porte la seconde. Nous allons maintenant examiner l'espèce de porphyre qui se trouve rangée dans la première de ces divisions.

Porphyre plus ancien.

La base du porphyre plus ancien est ordinairement une espèce de hornstein ; elle est quelquefois composée de feldspath, et les cristaux qui s'y trouvent incrustés sont de feldspath et de quartz ; d'où il suit que le porphyre plus ancien est principalement formé de *porphyre à base de hornstein* et de *porphyre à base de feldspath*. Quand d'autres formations ne le recouvrent pas, il forme quelquefois des rochers isolés, mais jamais de grandes montagnes.

6. *Trap primitif.*

Définition.

Le mot *trap* est suédois, et signifie *escalier*. Il a été donné par les minéralogistes de Suède à certaines roches, dont les couches disposées en retraites les unes sur les autres, semblent en quelque sorte imiter les marches d'un escalier. Les minéralogistes des autres pays adoptèrent ce terme, et il fut ensuite appliqué indistinctement à une grande variété de roches, ayant quelque ressemblance entre elles. Mais en généralisant ainsi l'acception du mot, on introduisit dans cette partie de la science une confusion bien grande, que Werner et ses disciples parvinrent les premiers à dissiper. Werner comprend sous la dénomination de *traps* certaines suites de roches ou plutôt plusieurs formations de roches caractérisées principalement par la hornblende qu'elles contiennent toutes. Dans les formations les plus anciennes, la hornblende est presque pure; elle diminue peu-à-peu de pureté, et dans les traps de formation la plus récente, elle dégénère en une espèce d'argile endurcie. Il y a donc trois formations de trap : 1. le trap primitif ; 2. le trap de transition ; 3. le trap secondaire ou stratiforme. Nous ne nous occuperons maintenant que de la première de ces formations.

Trois formations.

Primitive.

Le trap de formation primitive renferme un grand nombre de roches, qui se rencontrent dans différentes parties de la terre dans des situations semblables, et qui peuvent être considérées ensemble comme ne faisant qu'une seule formation. La table suivante présente la liste des roches qui appartiennent à cette formation.

Roches appartenant à cette formation.

I. Hornblende.

1. Hornblende grenue ou hornblende commune.
2. Hornblende schisteuse.

II. Hornblende et feldspath réunis.

I. Grenue.

1. Pierre verte commune.
2. Pierre verte porphyrique.
3. Porphyre, pierre verte.
4. Porphyre vert.

II. Schisteuse.

1. Pierre verte schisteuse.

III. Hornblende et mica réunis.

1. Trap porphyrique.

Les deux premières de ces roches sont essentiellement formées des minéraux décrits dans le dernier chapitre sous les noms de *hornblende commune* et de *hornblende schisteuse*. Cette dernière roche passe quelquefois au gneiss schisteux à petits grains et à la chlorite schisteuse.

La pierre verte commune est composée de hornblende et de feldspath, l'une et l'autre à l'état de grains ou de petits cristaux, et la première de ces roches forme ordinairement la plus grande partie de la masse. Elle communique presque toujours une teinte verte au feldspath. La pierre verte commune contient quelquefois un peu de mica ; elle est souvent entrecoupée de petites veines de quartz et d'actinolite ; et quelquefois aussi, quoique moins fréquemment, de feldspath et de spath calcaire.

La pierre verte porphyrique est, ainsi que la roche précédente, un composé de hornblende et de feldspath grenus ; mais elle contient également de grands cristaux de feldspath et de quartz incrustés dans la masse.

Le porphyre pierre verte (*porphyre noir* des antiquaires), est une roche composée de pierre verte grenue, à grains tellement fins qu'elle ne semble être au premier coup-d'œil qu'une pierre simple. Elle contient de grands cristaux de feldspath, colorés en vert par la hornblende.

Le porphyre vert (*la serpentine verte antique*) est une roche qui a pour base un mélange de hornblende et de feldspath, si intimement unis, que l'œil ne peut les distinguer ; ce mélange est coloré en vert noirâtre ou en vert pistache. Ce trap contient des cristaux de feldspath verdâtres, qui souvent sont cruciformes.

La pierre verte schisteuse est une roche composée de hornblende et de feldspath ; il s'y trouve quelquefois un peu de mica. Sa contexture est schisteuse ; cette pierre est très-dure ; mais exposée à l'air, elle se détruit promptement, ainsi que cela a lieu à l'égard des autres espèces de pierre verte.

Le trap porphyrique. Cette roche est composée d'un mélange intime de hornblende et de feldspath contenant de larges lames de mica, ce qui lui donne l'apparence porphyrique.

La présence des pyrites ferrugineuses est un des caractères qui distinguent toutes les roches de la formation pri-

mitive trapéenne. Leur stratification est peu distincte et même souvent imperceptible, si l'on en excepte celle de la pierre verte et de la hornblende schisteuse. Lorsque le trap primitif n'est recouvert par aucune autre formation, il constitue des rochers escarpés et des montagnes considérables. Il s'y rencontre beaucoup de mines, surtout dans l'espèce de trap désignée sous le nom de pierre verte schisteuse.

7. *Calcaire primitif.*

On trouve la pierre calcaire dans toutes les quatre grandes classes de formation ; mais dans chacune d'elles, cette pierre prend une apparence particulière et caractéristique. Elle est distinctement cristalline et transparente dans la formation primitive La contexture cristalline devient de moins en moins distincte, à mesure que les formations s'avancent vers leurs limites, jusqu'à ce que la pierre calcaire prenne à la fin l'apparence d'un dépôt terreux.

Le calcaire primitif se rencontre ordinairement en couches, et forme rarement des montagnes entières. Sa couleur est ordinairement le bleu, quelquefois le gris, mais il prend très-rarement aucune autre couleur. Cette espèce de pierre calcaire est celle décrite dans le chapitre précédent sous le nom de *lamelleuse grenue*. Elle contient quelquefois du quartz, du mica, de la hornblende, de l'actinolite, du grenat, de la trémolite, du talc, du schiste argileux, de la serpentine, de l'asbeste, de la blende, de la galène, des pyrites communes et magnétiques, et de la mine de fer magnétique. La partie inférieure de ses couches est la plus riche en minérais métalliques. Le calcaire primitif est quelquefois stratifié, et quelquefois il ne l'est pas ; là où il n'est recouvert par aucune autre formation, il constitue des rochers arides et escarpés qui, lorsqu'ils se trouvent réunis en très-grandes masses, contiennent souvent des cavernes ou des grottes.

Minéraux étrangers.

8. *Serpentine plus ancienne.*

Cette formation consiste essentiellement dans la roche décrite sous ce nom dans le chapitre précédent. On y a parlé de la serpentine *commune* et de la serpentine *précieuse* comme formant deux sous-espèces. La formation que nous allons décrire se trouve presqu'entièrement composée de la

dernière. On la rencontre, comme les autres formations primitives subordonnées, en couches dans le gneiss, dans le mica et dans le schiste argileux, et alternant avec la pierre calcaire. Elle est rarement stratifiée. On y trouve de la galène et des pyrites arsenicales aurifères.

9. *Quartz.*

Le quartz se rencontre en couches et en quantités peu considérables. Il est ordinairement blanc et grenu. Le mica, qui s'y trouve quelquefois mélangé, lui donne une contexture schisteuse. Il est rarement stratifié ; et c'est à tort que l'on a souvent pris les déchirures nombreuses qu'il contient pour des couches stratifiées.

10. *Roche de topaze.*

La roche qui constitue cette formation est très-rare ; on ne l'a encore trouvée qu'en Saxe, où elle forme une montagne. Elle repose sur le gneiss, et se trouve recouverte par du schiste argileux. Cette roche est composée de *quartz grenu à petits grains*, de *schorl*, en concrétions distinctes prismatiques très-minces, et de *topaze* presque en masse. Ces trois substances sont arrangées en couches minces, qui, elles-mêmes, sont en concrétions distinctes grenues et arrondies, ce qui donne à cette roche la contexture *grenue schisteuse*. Les intervalles qui séparent ces concrétions sont remplis d'une lithomarge jaunâtre ou verdâtre.

11. *Gypse.*

On avait toujours considéré le gypse comme appartenant aux formations stratiformes ou secondaires ; mais on vient d'en trouver en Suisse une couche immense, gissant au milieu d'un schiste micacé. Ce gypse primitif se trouve caractérisé par le mica et le schiste argileux qu'il contient*.

12. *Schiste siliceux primitif.*

Cette roche est essentiellement formée du minéral qui a été décrit dans le chapitre précédent, sous le nom de *schiste*

---

* Ce gypse fut observé pour la première fois par Freisleben, au bas du mont Saint-Gothard. D'Aubuisson en a remarqué une couche dans du schiste micacé, dans une montagne entre la vallée de Cogne et Fenis, dans les Hautes Alpes. Journ. de Phys. LXV, 402.

siliceux. Elle est souvent traversée par des veines de quartz. Il y en a deux formations; l'une, *primitive*, qui se trouve en couches dans le schiste argileux; et l'autre qui appartient aux formations de transition.

Après avoir décrit les huit formations qui sont subordonnées au gneiss, au mica et au schiste argileux, nous allons examiner les autres formations primitives, qui recouvrent toujours le schiste argileux, et qui sont par conséquent de formation plus récente. Ce sont le porphyre primitif de plus nouvelle formation, la siénite, et la serpentine de formation plus nouvelle.

13. *Porphyre de formation plus récente.*

C'est à cette formation qu'appartiennent les différentes espèces de porphyre dont les noms suivent:

Porphyre argileux.
— *à base de pechstein.*
— *à base d'obsidienne.*
— *à base de perlstein.*

On y rencontre aussi quelquefois le *porphyre à base de feldspath;* mais le porphyre argileux est celui qui s'y trouve le plus souvent. C'est encore à cette formation qu'il faut rapporter la *pierre argileuse*, minéral dont on a donné la description dans le chapitre précédent. Elle forme la base du porphyre argileux, et s'y rencontre souvent, sans aucun cristal de feldspath ou de quartz. Il faut encore ranger dans cette formation une espèce de brèche porphyrique, principalement composée de fragmens de porphyre à base de hornstein et de porphyre à base de feldspath.

On trouve ordinairement dans les roches qui appartiennent à cette formation, des masses arrondies d'une pierre plus dure et plus siliceuse que ne l'est la masse de la roche elle-même. C'est ainsi que dans le porphyre argileux il se trouve des masses de porphyre à base de hornstein, ayant à leur centre un noyau de calcédoine; et que le porphyre à base de pechstein présente des masses de horstein conchoïde avec un noyau quartzeux dans le centre. On trouve encore dans ces roches, de l'agate, de la calcédoine, de l'héliotrope, de l'améthyste et du quartz, qui se présentent souvent, soit en plaques, en couches minces, en filons ou en masses ir-

régulières. Les fentes des roches de cette formation contiennent quelquefois aussi l'opale précieuse. On y trouve également différentes espèces de mines, telles que celles d'or, d'argent, de plomb, d'étain, de fer, de manganèse, etc.; mais jusqu'à présent on n'y a découvert ces mines que disposées en filons, et jamais en couches.

Le porphyre de nouvelle formation repose sur toutes les formations précédentes, et celle-ci consiste en couches plus irrégulières et plus interrompues. Cette formation est très-étendue. On ne l'a jusqu'à présent rencontrée que très-rarement stratifiée. Lorsqu'elle constitue des montagnes et des sommités, elles se trouvent souvent divisées en colonnes semblables à celles de basalte.

14. *Siénite.*

Cette roche se rencontre ordinairement accompagnant du porphyre; et lorsque ces deux roches sont réunies, la siénite forme en général la partie la plus élevée de la montagne.

La *siénite* est une roche essentiellement composée de feldspath et de hornblende, qui sont aussi les constituans de la pierre verte; mais dans la siénite, le feldspath est la partie dominante, tandis que c'est la hornblende dans la pierre verte. Dans la siénite, le feldspath est ordinairement rouge, et ne prend que très-rarement une teinte verte; dans la pierre verte, au contraire, le feldspath n'est jamais rouge, mais presque toujours d'un blanc verdâtre. La contexture de la siénite est grenue, et ses grains varient beaucoup en grosseur. La siénite à petits grains contient quelquefois de grands cristaux de feldspath; on la nomme alors *siénite porphyrique*. Mais lorsque les deux constituans de cette roche sont en si petits grains, et si intimement mélangés que l'œil ne puisse les discerner, et lorsque dans cet état il s'y trouve des cristaux de feldspath et de quartz, elle prend le nom de *porphyre siénite*.

La siénite, ainsi que le porphyre, contient peu de couches étrangères; mais elle est riche en mines, contenant de l'or, de l'argent, du fer, de l'étain, du cuivre, du plomb, etc. Ces substances métalliques s'y rencontrent toujours, cependant, disposées en filons.

Les roches de siénite sont souvent divisées en colonnes.

Ainsi que le porphyre de formation plus nouvelle, elles se présentent souvent en masses arrondies.

15. *Serpentine plus nouvelle.*

Cette formation se compose d'une roche essentiellement formée du minéral appelé serpentine commune. Elle ressemble beaucoup à la formation du porphyre plus nouveau, et se rencontre dans des situations semblables; mais qu'elle le couvre, qu'elle en soit couverte, ou qu'elle se trouve à sa place, c'est ce dont on ne s'est pas encore assuré d'une manière satisfaisante. Cette roche contient quelquefois de la stéatite, de l'asbeste, du talc, du meerschaum, de la magnésie native, du pyrop et du schillerstone. Elle n'est que rarement ou même jamais stratifiée, et la mine de fer magnétique est à-peu-près la seule substance métallique qui s'y rencontre.

Remarques. Telle est l'histoire abrégée des roches qui constituent les formations primitives. On peut y remarquer, 1.° que les roches qui les forment sont toutes des combinaisons chimiques et généralement cristallisées; l'apparence cristalline est plus marquée dans les formations les plus anciennes, et elle devient de moins en moins parfaite dans celles qui sont plus nouvelles; 2.° qu'elles ne contiennent pas de pétrifications; 3.° que les formations les plus anciennes ne contiennent point de matière charbonneuse, et qu'il n'y en existe que très-peu dans les formations primitives. La houille éclatante schisteuse et le graphite se rencontrent dans ces formations; 4.° qu'en comparant entre elles les hauteurs des différentes formations, là où chacune d'elles est entièrement à découvert, on reconnaît que le *granite* s'élève *le plus haut*; que le niveau du *gneiss* est placé *un peu plus bas;* que celui du *schiste micacé* est encore plus *au-dessous;* et qu'enfin, celui du *schiste argileux* se trouve à une *moins grande élévation* que toutes les autres : d'où il suit que le niveau s'abaisse graduellement et régulièrement, depuis le granite jusqu'au schiste argileux ; mais le porphyre plus nouveau et la siénite se trouvent superposés sur les sommets des roches précédentes; comme si ces deux formations avaient été déposées long-temps après les autres. On trouve même souvent des couches de brèche composées de fragmens d'une formation anterieure interposées entre le porphyre et cette for-

mations; 5.° enfin, que presque toutes les roches qui contiennent de la magnésie, se trouvent appartenir exclusivement à la formation du schiste argileux.

CLASSE II. — *Formations de transition.*

Après avoir décrit les formations primitives, nous allons nous occuper de la seconde des grandes classes de formations, celles de *transition*, qui reposent immédiatement sur les formations primitives. Les formations de transition sont moins nombreuses que celles précédentes ; car elles ne consistent que dans les espèces de roches suivantes; savoir:

1. Granite.
2. Grauwacke.
3. Calcaire de transition.
4. Trap de transition.
5. Schiste siliceux de transition.
6. Roche diallage.
7. Gypse.

Toutes ces roches alternent entre elles; c'est tantôt l'une et tantôt l'autre qui occupe la position la plus basse, si ce n'est cependant qu'il semble toujours y avoir un lit de calcaire de transition, gissant sur les formations primitives; ce qui porterait à considérer cette roche comme la formation la plus ancienne de celles de transition.

C'est dans les roches de transition que l'on commence à apercevoir des pétrifications ; et ce qui est particulièrement remarquable, c'est que toujours ces pétrifications consistent dans des espèces de coraux et de zoophites, dont les analogues ne se retrouvent plus aujourd'hui, et qu'il faut, par conséquent, supposer avoir existé. Les pétrifications végétales sont également celles des végétaux qui occupent la dernière place dans le classement de ces substances, tels que les fougères, etc. Verner crut pouvoir conclure de cette circonstance remarquable, que les roches de transition ne furent formées qu'à une époque où la terre contenait des corps organisés. Il les distingua, en conséquence, par la dénomination de roches de *transition*, pour exprimer qu'elles avaient pris naissance dans le passage de l'état inhabité de la terre, à celui de cette terre renfermant des êtres vivans. On conçoit que la formation de ces roches doit dater d'une époque très-reculée, puisque les pétrifications qu'on y trouve nous présentent des débris d'animaux et de végétaux dont les espèces sont actuellement éteintes. C'est aussi dans les

Pourquoi on les a appelées *de transition*.

roches de transition que la matière charbonneuse apparaît pour la première fois en quelque quantité notable.

1. *Granite.*

On a découvert le granite dans différens lieux, reposant sur des roches qui contiennent des pétrifications ; et comme ces roches appartiennent à la classe de celles de transition, nous pouvons en inférer que le granite qui les recouvre est également de transition. J'ai trouvé le granite du mont Saint-Michel, dans le Cornouailles, alternant avec des couches de schiste argileux. On peut distinguer la trace de ce schiste argileux depuis Plymouth jusqu'au Saint-Michel. Or à Plymouth, il alterne avec le calcaire de transition, contenant des pétrifications. Le granite de Saint-Michel doit donc être de transition. Von-Buch trouva, près de Christiania en Norwège, du granite recouvrant du calcaire contenant des pétrifications.

2. *Grauwacke.*

Cette formation consiste dans deux roches différentes, alternant ordinairement entre elles, et passant de l'une à l'autre. Ces deux roches sont la *grauwacke commune* et la *grauwacke schisteuse*. C'est de là première de ces roches que la formation tire son caractère distinctif.

La *Grauwacke commune* est une roche composée de morceaux de quartz, de schiste siliceux, de feldspath et de schiste argileux, agglutinés par une base de schiste argileux, servant de ciment. Les morceaux sont quelquefois de la grosseur d'un œuf de poule, et quelquefois ils sont si petits, qu'on ne peut les discerner à la vue. Le schiste argileux qui sert de base, varie aussi considérablement. Cette roche contient souvent des feuillets tendres de mica, et on y trouve très-fréquemment des filons de quartz ; elle est quelquefois si dure, qu'elle semble avoir été endurcie par quelque ciment siliceux. La contexture de la grauwacke devient par degrés grenue, à grains de plus en plus fins, jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de les y discerner, et qu'à sa contexture, il en succède une schisteuse ; c'est alors que la grauwacke commune passe à la grauwacke schisteuse.

La grauwacke schisteuse n'est autre chose qu'une variété de *schiste argileux ;* mais on peut la distinguer du schiste primitif, par différentes circonstances. Sa couleur est or-

dinairement le gris de cendre ou de fumée ; elle présente rarement celle du gris verdâtre ou jaunâtre clair, qui est si commune dans le schiste primitif. Son éclat n'est pas, comme celui du schiste primitif, un éclat argentin non-interrompu ; mais elle n'a que le brillant que lui donnent les écailles de mica qui y sont entremêlées. Elle ne contient point de couches de quartz, mais très-souvent des filons de ce minéral. On n'y trouve ni cristaux de feldspath, de schorl, de tourmaline, de grenat ou de hornblende, ni couches de grenat, de chlorite schisteuse, de talc ou de fer magnétique. Elle contient des pétrifications.

Minéraux étrangers.

Les roches de grauwacke sont stratifiées. Lorsqu'elles ne sont recouvertes par aucune autre formation, elles se présentent en collines peu élevées, adossées autour de montagnes ; elles sont ordinairement isolées au sommet, et traversées par des vallées profondes. Il se trouve dans la grauwacke des couches immenses de calcaire de transition, de trap et de schiste siliceux. Elle est riche en mines dans ses couches et dans ses filons, et ceux-ci sont souvent d'une étendue extraordinaire.

3. *Calcaire de transition.*

Cette roche est simple, comme celle du calcaire primitif ; mais elle se rapproche davantage de l'état compacte, et a moins de transparence. Elle contient souvent des filons de spath calcaire, et présente une grande variété de couleurs, ce qui lui donne un aspect *marbré*. On y trouve des pétrifications marines de coraux et de zoophites, qui n'existent plus depuis long-temps, et qui ne se rencontrent pas dans les formations calcaires postérieures. Ces pétrifications dans le calcaire de transition, y deviennent de plus en plus communes, à mesure que les couches s'éloignent davantage dans leur gissement des formations primitives. Le calcaire de transition se trouve souvent mêlé avec la grauwacke schisteuse ; ce qui lui donne une contexture schisteuse. Il est ordinairement en couches de plus ou moins grande dimension, constituant souvent des montagnes entières ; il ne contient d'autres couches étrangères que celles de trap de transition. Cette roche est à peine stratifiée ; elle est riche en minérais métalliques. L'espèce de pierre calcaireappelée Lucullite, caractérise ordinairement les formations de transition.

4. *Traps de transition.*

Cette formation consiste, ainsi que son nom l'exprime, dans des roches qui se distinguent par la grande proportion de hornblende qu'elles contiennent. Elle comprend quatre espèces de roches, qui sont :

Roches contenues.

1. La pierre verte de transition.
2. L'amygdaloïde.
3. Le trap porphyrique de transition.
4. Le trap globuleux.

La pierre verte de transition est une roche composée de hornblende grenue à grains fins et de feldspath, intimement mêlés ensemble, et cristallisés moins distinctement que dans la pierre verte primitive. Le mélange est quelquefois si intime, qu'il n'est pas possible de distinguer les deux minéraux l'un de l'autre. Dans cet état, elle devient souvent d'une contexture peu serrée, et se rapproche de la *wacke* et du *basalte*. Elle est alors fréquemment parsemée de vésicules, et lorsque ces vésicules sont remplies par d'autres minéraux, la roche passe à l'*amygdaloïde*.

La roche amygdaloïde n'est autre chose que la pierre verte dans ce dernier état. Les vésicules sont remplies, ou complètement, ou en partie, de spath calcaire, de calcédoine, de quartz, de jaspe-agate, de terre verte, d'améthyste, etc.

Quelquefois la pierre verte de transition, dans cet état de ramollissement, contient des cristaux de feldspath, colorés en vert par la hornblende; elle constitue alors *le trap de transition porphyrique*.

Le *trap globuleux* est une roche de hornblende grenue, à grains fins, d'une contexture peu serrée, et tendant très-fortement à l'état argileux. Sa couleur est un brun de foie. Il se présente sous la forme de grosses boules à couches concentriques, renfermant un noyau plus dur.

Il n'est pas certain que les roches de trap de transition soient stratifiées. Ces roches alternent en couches avec les autres formations de transition, et quelquefois elles composent des montagnes entières. Le fer argileux commun et lenticulaire s'y rencontre en couches.

5. *Schiste siliceux de transition.*

Cette formation consiste essentiellement dans le schiste siliceux commun, et la pierre de Lydie, passant l'un dans l'autre. C'est une pierre simple, mais qui se distingue en ce qu'elle contient beaucoup de filons de quartz. Cette formation n'est pas stratifiée. Lorsqu'elle constitue des roches, elles sont ordinairement escarpées ; elles paraissent sensiblement avoir été déchirées et minées par le temps, ce qui provient des nombreuses fissures que cette espèce de roche contient.

C'est à cette formation que semble appartenir le jaspe rubané, qui constitue quelquefois des roches entières ; il est possible qu'il se rencontre aussi dans quelques-unes des formations subséquentes.

6. *Roche diallage.*

Cette belle roche consiste essentiellement en masses ou cristaux de diallage et de saussurite mêlés ensemble, comme du granite. On y trouve aussi souvent des morceaux de serpentine, ce qui ajoute beaucoup à la beauté de la roche. On l'a observée, il y a long-temps, dans les Alpes et en Italie, où elle est connue sous le nom de *gabbro*. Von-Buch la trouva près de Christiania, et je l'ai remarquée dans la péninsule du Lizzard dans le Cornouailles. Elle y accompagne la pierre verte de transition et la serpentine.

7. *Gypse.*

Von-Buch observa une couche de gypse, dans de la grauwacke, à Leogand dans le pays de Salzbourg. Brochant a examiné les différentes couches de gypse dans les Alpes, et il s'est assuré qu'elles reposent toutes sur des formations de transition. Il semble en effet très-douteux actuellement qu'on ait encore rencontré du gypse primitif réel.

CLASSE III. — *Formations stratiformes.*

Cette grande classe de formations a reçu le nom de *floets*, qui en terme de mineur signifie couche, parce que le gissement des roches qu'elle comprend est en couches qui se rapprochent beaucoup plus de la position horisontale que celles de la formation précédente. Lorsque les roches de ces formations ne sont recouvertes par aucune

autre, elles sont en éminences qui ne s'élevent jamais à la même hauteur que celles des formations primitives ou de transition. Les roches de cette troisième classe de formations renferment beaucoup plus de pétrifications, et plus variées dans leur nature, que celles qui se rencontrent dans les formations de transition. Ces pétrifications consistent en coquillages, poissons, plantes, etc., ce qui indique que les roches qui les contiennent furent formées à une époque où les êtres organisés abondaient sur la terre.

Les formations stratiformes reposent immédiatement sur celles de transition. Elles comprennent un grand nombre de formations individuelles, dont chacune affecte une situation qui lui est particulière. On a présenté, dans la table qui suit, ces formations différentes dans l'ordre de leur situation respective, autant que cela nous est connu.

Table des formations.

1. Grès rouge ancien, et trap stratiforme.
2. Houille indépendante.
3. Calcaire de première formation stratiforme.
4. Gypse de première formation stratiforme avec sel gemme.
5. Grès bigarré.
6. Gypse de seconde formation stratiforme.
7. Calcaire stratiforme de seconde formation, ou calcaire coquiller.
8. Grès stratiforme de troisième formation, ou pierre meulière.
9. Craie.
10. Trap de la plus nouvelle formation stratiforme.

La dernière formation, le trap stratiforme de formation la plus nouvelle, repose sur tout le reste, à-peu-près comme le porphyre plus nouveau et la siénite reposent sur les formations primitives plus anciennes.

1. *Grès rouge ancien.*

Cette formation est immédiatement superposée aux roches de formations de transition, ou lorsque celles-ci manquent, aux roches de formations primitives. On doit en conséquence considérer le grès rouge ancien comme la plus ancienne des formations stratiformes.

Le grès est une roche composée de grains de quartz ou de quelqu'autre pierre siliceuse. Ces grains sont liés et ag-

glutinés par quelque base faisant fonction de ciment, et ils ne peuvent être considérés que comme un mélange mécanique. Le ciment qui unit entre eux les grains du grès, est tantôt argileux, tantôt quartzeux, calcaire, ou marneux, etc., et suivant sa nature, le grès prend les noms d'argileux, siliceux, calcaire, marneux, etc. Ce ciment varie beaucoup en quantité; mais jamais il n'est la partie dominante: quelquefois même il y en a trop peu pour qu'on puisse le reconnaître. La grosseur des grains n'est pas moins sujette à variations; on donne ordinairement le nom de *poudingues* aux roches dont les grains sont les plus gros.

Le grès rouge ancien est ordinairement de couleur rouge, ses grains sont gros. Ils consistent en quartz, en schiste siliceux, etc., dont le ciment est une argile ferrugineuse. Ce grès est distinctement stratifié. Il est peu riche en métaux. On y a cependant trouvé le cobalt, et souvent il est imprégné de minérais de cuivre provenant de la formation qui repose sur lui.

2. *Formation de houille indépendante.*

En Angleterre, où la houille se rencontre en plus grande quantité que dans tout autre pays, elle semble très-généralement reposer sur le grès rouge ancien; c'est le cas, au-moins, dans le nord de l'Angleterre et en Écosse. Cette formation occupe ordinairement les vallées, reposant sur le grès rouge ancien, ou lorsque celui-ci manque, sur la formation de transition. Les formations de houilles ne sont que partielles; elles semblent avoir été déposées en morceaux détachés, et n'ont en général aucune liaison entre elles. C'est par cette raison qu'on les a distinguées par l'épithète d'*indépendantes.* Mais on les trouve en quantités considérables dans les pays de la terre les plus distans entre eux, comme en Europe, en Amérique, à la Nouvelle-Hollande, et toujours dans une situation semblable relativement aux autres formations. La houille s'y rencontre abondamment, quoiqu'elle soit très-rare dans les précédentes formations, où, en effet, on ne la trouve qu'en couches minces individuelles. On la considère donc, en conséquence, comme caractéristique de cette formation. Les roches qui la composent, en n'y comprenant pas la houille, sont celles qui suivent:

Roches qui appartiennent à cette formation.

Grès.	Calcaire.
Grès congloméré à gros grains.	Marne.
Coquiller bitumineux.	Fer argileux.
Schiste argileux.	Pierre porphyrique.
Argile endurcie.	Pierre verte.

Les lits de ces roches alternent très-fréquemment entre eux, et la houille s'y rencontre en couches nombreuses, variant considérablement en épaisseur. Les sous-espèces de houille qui se présentent dans cette formation, sont *la houille grossière, la houille lamelleuse, la houille de kilkenny* (*cannel coal*), *la houille schisteuse*, et un peu *de houille pisiforme*. Le professeur Jameson a également reconnu dans cette formation la houille éclatante.

Renferment plusieurs formations subordonnées.

Toutes les roches différentes dont cette formation se compose, ne se rencontrent jamais, ou que très-rarement ensemble ; d'où l'on présume, qu'il y a plusieurs formations subordonnées appartenant à la houille indépendante, qui occupent respectivement entre elles des situations déterminées. On a caractérisé trois formations semblables. La plus ancienne ou la plus basse est composée de couches *d'argile endurcie*, de *calcaire*, de *marne*, de *pierre porphyrique*, de *schiste argileux*, de *coquiller bitumineux*, de *pierre verte* et de *grès friable*. Son caractère est de contenir quelques mines métalliques, telles que celles de *cuivre*, de *fer*, de *plomb*, et peut-être aussi celle de *mercure*. La seconde formation consiste en couches d'*argile endurcie*, de *marne*, de *calcaire* et de *pierre porphyrique*. Elle contient des pyrites, mais aucune autre mine. Les couches de la troisième formation, ou la plus nouvelle, sont le *grès friable*, le *grès congloméré* et le *grès schisteux*. Cette formation ne contient point de mines.

Le *grès* de cette formation consiste ordinairement dans des grains de quartz de grosseurs différentes, liés entre eux par un ciment calcaire ou argileux, et quelquefois même par une base siliceuse. Sa couleur varie, quoique ce soit le plus communément le gris ; et souvent on y voit de petits joints de houille qui y est entremêlée. On emploie fréquemment ce grès pour la bâtisse.

Le grès *congloméré* consiste en fragmens de calcaire, de quartz, de grauwakhe, etc., liés ensemble par un ciment argileux servant de base.

Le schiste argileux, le *coquiller bitumineux*, et *l'argile endurcie*, sont des minéraux qui ont été décrits, sous ces noms, dans le dernier chapitre.

Le *calcaire* appartient à la sous-espèce *compacte*. Sa cassure est esquilleuse; il est à peine translucide sur les bords.

On a déja précédemment décrit, sous leurs noms respectifs, la *marne* et le *fer argileux*.

La *pierre verte*, que le professeur Jameson découvrit le premier dans cette formation, appartient à l'espèce qui se rencontre dans les roches de traps stratiformes dont nous allons incessamment donner la description. Je présume que la *pierre porphyrique* consiste dans une base d'argile contenant des cristaux de feldspath.

Les roches qui appartiennent à cette formation sont très-distinctement stratifiées. Il s'y trouve en abondance des pétrifications, spécialement dans le grès et le coquiller bitumineux. Ce sont principalement des substances végétales, et le plus communément des fougères, des roseaux, etc.; dans le grès, ce sont plutôt des empreintes de végétaux que des pétrifications réelles. Elles ressemblent souvent à des palmiers, etc.; mais on n'a pu rapporter distinctement ces empreintes à aucune espèce de végétal actuellement existant.

3. *Calcaire stratiforme de première formation.*

La couleur du calcaire stratiforme est ordinairement le gris; sa cassure est compacte. Il est sans éclat, et simplement translucide sur les bords. Ce calcaire renferme quelquefois à-la-vérité des couches minces de calcaire lamelleux grenu; mais ces couches contiennent des pétrifications, ce qui les distingue du calcaire primitif. Le calcaire stratiforme est bien caractérisé par les masses tuberculeuses de hornstein et de pierres à fusil qu'il renferme.

Le calcaire stratiforme de première formation repose sur le grès rouge ancien, et il est bien caractérisé par une couche de schiste marno-bitumineux contenant du cuivre, qui lui est particulière. Cette couche est située dans la partie la plus basse, et, par conséquent, elle est immédiatement contiguë au grès. Ce calcaire ne contient que très-peu de pétrifications, et lorsqu'il s'y en rencontre, c'est dans les couches les plus basses et dans la couche marno-bitumineuse. Ce sont principalement des empreintes de poissons. On trouve dans cette formation des couches diverses de marne, et aussi une

espèce de calcaire vésiculaire, connue en Allemagne sous le nom de *rauch wacke.*

4. *Gypse stratiforme de première formation*

On peut en général considérer le gypse comme une roche simple ; quelquefois, cependant, il contient des cristaux de boracite, d'arragonite, et de quartz. Quelquefois aussi on y trouve du soufre, disséminé et en masses compactes. On distingue deux formations de gypse stratiforme.

Le gypse stratiforme de première formation repose immédiatement sur le calcaire secondaire le plus ancien. Il consiste principalement en gypse lamelleux et compacte, avec sélénite en grande proportion. C'est dans cette formation que se rencontre la pierre puante, soit en couches, soit mêlée avec le gypse. C'est principalement aussi cette formation qui contient le sel gemme, qui paraît s'y trouver superposé en couches épaisses et courtes, ordinairement mélangées d'une espèce d'argile saline. C'est par cette raison que les sources salées, qui doivent évidemment leur origine aux roches de sel gemme, sont également particulières à cette formation.

Sel en roche et sources salées.

5. *Grès bigarré.*

Cette formation est immédiatement placée sur la précédente. La roche qui la compose consiste en grès argileux grenu à grains fins. Ses couleurs sont ordinairement le vert, le brun, le rouge et le blanc. Plusieurs de ces couleurs alternent entre elles par bandes, ce qui donne au grès un aspect bigarré, d'où lui est venu le nom sous lequel on le distingue. Il contient souvent des masses d'une argile grasse de couleur verdâtre, rougeâtre, ou jaunâtre.

Cette formation est caractérisée par deux espèces de roches qui s'y trouvent en couches. Ce sont le *roe-stone* et le *grès schisteux.* La première de ces roches est presque particulière à la formation ; mais la seconde se rencontre aussi, quoiqu'en petite quantité, dans le *grès rouge ancien.* Elle consiste principalement dans des écailles fines micacées, formant une contexture schisteuse, et ayant généralement des couches minces de grès grenu, à grains fins, interposées entre les écailles.

6. *Gypse stratiforme de seconde formation.*

Cette formation repose immédiatement en couches sur le

grès bigarré, et quelquefois elle est, à un certain point, en état de mélange avec ce grès. Elle contient du gypse lamelleux, mais il ne s'y trouve point de pierre puante, et à peine de la sélénite, ce qui en forme le principal caractère; c'est de gypse fibreux qu'elle est en grande partie composée. Cette formation n'est pas d'une grande étendue, et ainsi que le gypse secondaire de première formation, elle ne renferme point de pétrifications.

7. *Calcaire stratiforme de seconde formation, ou calcaire coquiller.*

Cette formation est séparée du calcaire stratiforme de première formation par des couches de gypse plus ancien, de grès bigarré, et de gypse de seconde formation, qui constituent les troisième, quatrième et cinquième formations. Les roches du calcaire stratiforme de seconde formation sont remarquables par la grande quantité de coquillages à l'état de pétrifications qu'elles contiennent, et c'est par cette raison qu'on donne à ce calcaire secondaire la désignation de calcaire coquiller. Il contient peu de marne; on n'y trouve que quelques couches de houille, mais trop petites pour être exploitées. Il s'y rencontre dans plusieurs endroits de la pierre de corne (hornstein), et de la pierre à fusil, tantôt en petites couches, tantôt en plaques, et quelquefois en masses ou en morceaux arrondis. On découvre aussi dans cette roche des particules de galène, qui y sont disséminées.

8. *Grès de troisième formation, pierre de taille, pierre meulière.*

Quoique le gissement de cette formation n'ait pas été bien déterminé, on sait néanmoins qu'elle recouvre toutes les précédentes, et par conséquent elle doit être plus nouvelle que les première et seconde formations de grès. Elle consiste le plus ordinairement dans un grès blanchâtre, qu'on a adopté pour la bâtisse. Ce grès présente des traces de houille; mais il ne contient ni roe-stone ni grès schisteux; et le gypse ne s'y trouve jamais immédiatement, soit au-dessus, soit au dessous. Les roches formées de cette espèce de grès, sont ordinairement stratifiées, et présentent des ruptures naturelles qui se croisent à angles droits; les unes étant parallèles à la stratification, et les autres lui étant perpendiculaires; de

manière qu'on peut facilement exploiter ces roches en grands blocs carrés, et c'est en effet un des caractères qui s'applique en quelque sorte à tous les grès. Lorsque ces roches ne sont recouvertes par aucune autre formation, elles forment d'agréables collines et des vallons romantiques.

9. *Craie.*

La craie est abondamment répandue en Angleterre et dans le nord de la France. En Angleterre, il existe environ dix couches entre la *pierre de liais* et la craie. Ces couches sont de la marne, de l'argile, du sable et de la pierre calcaire. La craie recouvre immédiatement, pour l'ordinaire, une couche de sable vert, qui n'est pas d'une grande épaisseur.

La craie contient des couches nombreuses de pierre à fusil en masses tuberculeuses. On y trouve des pétrifications diverses d'échinites, de bélemnites, etc.; elle est indistinctement stratifiée, et forme de belles éminences arrondies, et des collines très-peu élevées. On y rencontre quelquefois des pyrites, mais à peine aucun autre minérai métallique.

10. *Trap stratiforme le plus nouveau.*

Les roches de cette formation se rencontrent dans le grès rouge ancien, et peut-être aussi dans d'autres situations. Mais celles dites *trap stratiforme le plus nouveau*, recouvrent les autres formations stratiformes, précisément comme le porphyre plus nouveau et la siénite recouvrent les roches primitives. Le niveau des formations stratiformes non couvertes s'abaisse par degrés, dans l'ordre suivant lequel elles ont été décrites; mais les formations de ce trap stratiforme sont élevées comme les couvrant toutes, et souvent elles terminent des éminences dont la partie la plus basse consiste en formations plus anciennes. Les roches appartenant aux formations de traps stratiformes sont de deux sortes; savoir: celles qui appartiennent exclusivement à cette formation, et celles qui se rencontrent aussi dans d'autres formations. Les roches particulières à cette formation sont les suivantes:

Roches particulières à cette formation

La wacke.
Le fer argileux.
Le basalte.
Le pechstein.
La pierre verte.
Le schiste porphyrique.
La pierre grise.
L'amygdaloïde.
Le tuf basaltique.

Le *basalte* doit occuper la première place, comme caractérisant la formation stratiforme. Il consiste essentiellement dans le minéral déjà décrit sous ce nom, comme ayant une base contenant des cristaux de hornblende basaltique, l'augite, l'olivine et un sable ferrugineux, ce qui lui donne une contexture porphyrique. Ce basalte renferme aussi des vésicules ou cavités qui sont remplies avec de la zéolite, du spath calcaire, de la lithomarge, etc.; quelquefois c'est de l'eau que les vésicules contiennent: le basalte passe tantôt à la wacke, tantôt à la pierre grise, et quelquefois, quoique rarement, au schiste porphyrique.

La *wacke* est quelquefois le minéral simple que nous avons décrit sous ce nom dans le précédent chapitre, et quelquefois elle contient de la hornblende basaltique et du mica, qui lui donnent une apparence porphyrique; quelquefois elle est tachetée, à raison des cristaux qu'elle contient. Quelquefois elle passe à l'argile, et quelquefois au basalte. Le *fer argileux* à été également décrit dans le chapitre précédent.

La *pierre de poix* ou *pechstein* fut observée pour la première fois dans cette formation par le professeur Jameson. Elle se distingue de celle qui se rencontre dans les roches plus anciennes, en ce que ses couleurs sont ordinairement le noir ou le vert, qu'elle est composée de concrétions distinctes testacées, et qu'elle contient des cristaux de spath vitreux, ou *méionite*, ainsi qu'on l'appelle.

Le *schiste porphyrique* est beaucoup moins commun que le basalte; mais là où il se trouve il forme ordinairement des éminences considérables. Cette roche est schisteuse en grand, compacte et esquilleuse en petit. Sa base est la pierre sonnante. Les cristaux qu'elle contient sont de feldspath et de hornblende. Il s'y trouve aussi de la zéolite, du sable ferrugineux, et quelques minéraux qui n'ont pas encore été décrits.

La *pierre grise* est plus rare encore que le schiste porphyrique. Elle semble consister dans un mélange intime de feldspath blanc en grande proportion, et d'un peu de hornblende noire. Cette base contient l'augite et l'olivine.

Pierre verte stratiforme. C'est un mélange de grains de feldspath et de hornblende. On la distingue de la pierre verte, de formations primitive et de transition, par un mé-

lange plus intime et l'apparence moins cristallisée de ses parties constituantes. Elle passe au basalte.

L'*amygdaloïde* a tantôt pour base la *wacke*, tantôt la pierre verte à grains fins, souvent déjà avec un commencement de décomposition. Les vésicules qu'elle renferme sont remplies de terre verte, de lithomarge, de stéatite, etc.; quelquefois ces vésicules restent vides. Par fois aussi la base contient des cristaux de hornblende, etc., ce qui donne à-la-fois à la roche la contexture porphyrique et amygdaloïdale.

Le *tuf basaltique* consiste dans des fragmens de trap stratiforme et autres roches, liés entre eux par une base d'argile d'alluvion servant de ciment.

Les minéraux qui, sans être exclusivement propres à cette formation, s'y rencontrent avec d'autres, sont :

Contient d'autres minéraux.

Du gravier et du sable de différente nature.	De l'argile.
	Du calcaire.
Du grès quartzeux.	De la houille.

Les grains de sable sont de tous les degrés de grosseur. La houille consiste principalement dans les sous-espèces suivantes : la *houille brune commune*, le *bois bitumineux* et la *houille pisiforme*. Quelquefois, quoique rarement, on y trouve la *houille éclatante* et la *houille scapiforme*.

Les couches les plus basses de la formation de trap stratiforme, consistent en sable, qui devient par degrés de plus en plus fin, à mesure qu'on approche de la partie supérieure de la couche, jusqu'à ce qu'enfin cette couche devenant argileuse, elle passe par degrés à l'argile endurcie. Sur cette couche en est une de wacke, dans laquelle la couche argileuse passe par degrés. La wacke à son tour passe au basalte, et le basalte à la pierre verte, à la pierre grise, ou au schiste porphyrique, qui constitue la partie la plus élevée de la formation : de sorte que la partie la plus basse de cette formation consiste entièrement dans un dépôt mécanique, tandis que la partie la plus élevée a l'apparence d'un composé chimique. Au-lieu de sable, c'est quelquefois un grès quartzeux, comme si le sable avait été uni par un ciment siliceux.

Lorsqu'il se trouve de la houille dans cette formation, elle est ordinairement sous le basalte. On y voit alors, en plusieurs suites qui se répètent, des couches de sable, d'argile, de vacke, de basalte, etc.

Toutes les roches de cette formation ne se rencontrent jamais ou que très-rarement ensemble ; quelquefois il en manque une, et quelquefois davantage. Ces roches sont pour l'ordinaire stratifiées horisontalement ; elles sont de forme conique, isolées, et souvent applaties à leur sommet. Cette formation s'étend sur toute la terre ; mais les couches en sont brisées, et interrompues, de manière à présenter des montagnes détachées, ou des cavités remplies, quoique conservant toutes néanmoins une position respective semblable. Cette formation est la plus nouvelle des formations stratiformes, puisque non-seulement elle recouvre la plus ancienne, mais même aussi les formations stratiformes les plus nouvelles.

Outre ces formations, il paraît y en avoir plusieurs autres qui n'ont point encore été décrites. Ces formations sont-elles universelles ou limitées à des locacités particulières? c'est ce qui n'a pas été jusqu'à présent décidé. Ainsi, dans les environs de Paris, la roche connue pour être la plus basse, consiste dans de la craie en couches très-épaisses. Sur la craie reposent environ 11 couches de substances diverses, qui conservent à-peu-près le même ordre et la même épaisseur dans toutes les monticules environnantes. Ces couches sont évidemment plus nouvelles que la craie, et elles diffèrent dans leur nature de toutes les autres formations stratiformes précédemment décrites. Il a été publié par différens minéralogistes à Paris, un exposé très-intéressant de ces couches, spécialement par de Lamétherie, Cuvier et Broguiart. Ces couches, indiquées d'après leur situation, en commençant par la plus basse dans l'ordre, et terminant par celle qui se trouve à la surface de la terre, sont ainsi qu'il suit, savoir : Formations près Paris.

1. Argile.
2. Pierre calcaire.
3. Plâtre, ou mélange de gypse et de pierre calcaire.
4. Marne et schiste tenace.
5. Plâtre.
6. Marne et schiste tenace.
7. Plâtre.
8. Marne et schiste tenace.
9. Argile contenant du sulfate de strontiane en masses tuberculeuses.
10. Marne.
11. Sable.

1. La couche d'argile est d'environ 10 mètres d'épaisseur ; mais elle varie dans cette dimension en différens endroits. Elle contient des couches très-minces de sable, et on y trouve une espèce de matière bitumineuse, qui brûle au feu en émettant une odeur semblable à celle de houille.

2. La pierre calcaire diffère dans son aspect ; mais c'est, pour la plus grande partie, une espèce de roe-stone remplie de petits coquillages. C'est la pierre qu'on employe à Paris pour bâtir. Elle est d'abord très-tendre ; mais elle se durcit par son exposition à l'air. Elle est sujette à se réduire en poussière, ce qui donne lieu à l'état de dépérissement qui se fait remarquer dans plusieurs des édifices publics de cette capitale. Il se rencontre une pierre à-peu-près semblable dans les environs de Bath, et elle y est en usage comme pierre à bâtir. Il n'est pas invraisemblable, d'après ces circonstances, qu'il n'existe dans les environs de Bath des formations semblables à celles de Paris.

3. Sur la pierre calcaire repose une couche de plâtre d'environ 5 mètres d'épaisseur, appelée par les ouvriers *masse basse*. Elle est mêlée, çà et là, de marne et de schiste tenace. Elle contient aussi des couches minces de sélénite.

4. La *masse basse* est recouverte par une couche de marne et de schiste tenace, d'environ 5 mètres d'épaisseur.

5. Sur cette couche repose la 2.e couche de plâtre d'environ 5 mètres d'épaisseur, appelée *masse du milieu*. Elle est divisée en plusieurs lits, dont quelques-uns consistent dans du plâtre ordinaire, d'autres dans de la *sélénite*, appelés *grignards* par les ouvriers, et rejetés par eux.

6. La *masse du milieu* est recouverte par une couche de schiste tenace, et de marne d'environ 7 mètres d'épaisseur; cette couche, à Montmartre, contient une couche mince d'argile bigarrée, en espèce de terre à foulon. A Ménilmontant cette couche est remplacée par de la *menilite* ; il s'y trouve des crevasses, souvent remplies de sélénite lenticulaire.

7. Sur la couche précédente est une couche de plâtre d'environ 16 mètres d'épaisseur. Cette couche est appelée par les ouvriers, *masse haute*. Elle se divise en un certain nombre de couches. Celle-ci est partagée à Ménilmontant en colonnes irrégulières, semblables à celles qui se présentent si communément dans les montagnes basaltiques et de pierre verte. Cette couche contient un grand nombre de tubercules

siliceux comme des agates, souvent creux en dedans et remplis de plâtre.

8. Sur la *masse haute* repose une couche de marne et de schiste tenace, d'environ 21 mètres d'épaisseur, et très-distinctement stratifiée; elle contient des pétrifications de végétaux.

9. Cette couche précédente est recouverte par une couche d'argile verdâtre d'environ 5 mètres d'épaisseur. Elle contient du sulfate de strontiane très-impur en masses tuberculeuses qui forment des couches minces comme celles de pierre à fusil dans de la craie. Cette couche contient aussi des cristaux réguliers de sélénite.

10. Sur cette couche en est une de marne d'environ 5 mètres d'épaisseur. Elle est régulièrement stratifiée, et dans sa partie la plus basse, il se trouve une grande variété de coquillages d'huitre commune.

11. La couche la plus élevée de toutes, qui couronne les monticules dans les environs de Paris, consiste dans du sable fin contenant en abondance des coquillages marins. Quelquefois ce sable est agglutiné, constituant une espèce de grès; quelquefois il devient assez dur pour être employé comme meule de moulin. D'autrefois il contient des masses d'une espèce d'argile ferrugineuse. Il s'y trouve du mica en abondance. Cette couche a 17 mètres environ d'épaisseur.

C'est principalement dans les couches de plâtre qu'ont été trouvés, en grand nombre, les os fossilles et les débris des animaux dont nous devons spécialement la description à M. Cuvier *.

CLASSE IV. — *Formations d'alluvion.*

Les roches d'alluvion constituent la grande masse de la surface de la terre. Elles ont été produites par l'action graduelle des eaux de pluie et de rivière sur les autres roches, et on peut les considérer comme des formations très-récentes, ou plutôt comme des dépôts des débris terreux et pierreux charriés par les eaux, dépôts qui continuent toujours d'avoir lieu. On distingue les alluvions en deux espèces: De deux sortes:
celles qui ont eu lieu dans les vallons des contrées montagneuses, ou sur les plateaux élevés qui se rencontrent souvent

* Journ. de Phys. LXVI, 309.

dans des montagnes, et celles déposées sur les plaines.

La première espèce consiste dans le sable, le gravier, etc., qui constituaient les parties les plus solides des montagnes environnantes, et qui restaient en place quand les parties les moins consistantes furent emportées par les eaux. On y rencontre quelquefois le même genre de mines qui se trouvaient dans les montagnes d'alentour. Les mines d'or et d'étain sont particulièrement celles qu'on y exploite quelquefois par le lavage de la terre d'alluvion. On trouve aussi sur les plateaux des montagnes des couches de glaise.

La seconde espèce des dépôts d'alluvion, qui est celle que l'on trouve dans les plaines, contient de la glaise, de l'argile, du sable, de la tourbe, et du tuf calcaire. On y rencontre aussi de la terre et de la houille brune contenant du succin, du bois charbonné, du bois bitumineux, et des mines de fer limoneuses. Le sable renferme quelques substances métalliques, et entr'autres de l'or en paillettes. Les couches de tuf calcaire sont un dépôt chimique d'une grande étendue. Elles contiennent des plantes, des racines, des mousses, des ossemens d'animaux, etc., que le dépôt calcaire a incrustés. Le sable et l'argile renferment souvent du bois pétrifié, et aussi des squelettes entiers de quadrupèdes.

CLASSE V. — *Formations volcaniques.*

Les formations volcaniques se composent de deux espèces de roches, qui sont les roches *pseudo-volcaniques* et *les roches volcaniques proprement dites.*

Pseudo-volcaniques. Les roches pseudo-volcaniques consistent dans des minéraux qui ont été altérés par la combustion des couches de houille environnantes. Le *jaspe porcelaine*, les *scories terreuses*, l'*argile brûlée*, la *mine de fer argileuse scapiforme*, et peut-être aussi l'*argile à polir*, sont les minéraux qui ont subi cette altération.

Volcaniques. Les minéraux réellement volcaniques sont ceux qui ont été rejetés, par éruption, du cratère d'un volcan. Ces minéraux sont de trois espèces. 1. Les substances qui, vomies à différentes époques, ont formé le cratère de la montagne. 2. Les matières qui sont sorties fondues du volcan, et qui ont coulé en suivant la pente du terrain de la montagne : elles forment les *laves*. 3. L'eau que rejettent les volcans dans certaines circonstances, et qui contient des cendres et autres substances

légères; cette eau, en s'évaporant peu-à-peu, abandonne la matière-terreuse qu'elle tenait en suspension, et cette matière constitue le *tuf volcanique*. En Amérique il paraîtrait que toutes les élévations qui excèdent celle du Mont-Blanc sont composées entièrement de matière volcanique.

SECTION III.

Des Veines ou Filons.

Nature des filons.

Ce sont, pour ainsi dire, des gîtes de substances minérales qui coupent les couches ou lits dont est composée la montagne dans laquelle ils se trouvent. Ces veines sont remplies de substances plus ou moins différentes de celles des roches qu'elles traversent. On peut s'en former une idée exacte, en supposant que la matière qui les compose s'est moulée dans les crevasses de la montagne qui les contient, et qui peut s'être entr'ouverte par une cause quelconque. Les veines ou filons se distinguent des *couches* par leur direction, qui est, ou perpendiculaire aux stratifications, ou formant au-moins un angle avec elles.

Quelquefois les stratifications à travers lesquelles passent les filons ne sont simplement que séparées les uns des autres; de sorte qu'en coupant le filon en travers, on trouve sur l'un et l'autre de ses côtés les mêmes couches de la roche; mais il arrive aussi quelquefois que les couches sur l'un des côtés du filon sont plus basses que les couches correspondantes de l'autre côté, comme si une portion de la roche sur un des côtés du filon s'était un peu affaissée, tandis que la portion sur le côté opposé aurait conservé sa première position. Dans ces cas, le côté de la roche contre lequel le filon s'appuie, ou le *plancher* du filon, a toujours ses couches les plus élevées, tandis que celles de la portion de roche qui s'appuie sur le filon, et que l'on appelle *toit* du filon, sont au contraire toujours les plus basses; d'où il suit que ce sont ces couches qui paraissent s'être affaissées. Un semblable changement de position dans les couches d'une montagne se désigne en Angleterre par le nom de *shift*.

Il faut étudier les filons sous deux rapports. On doit exa-

miner, 1.° leur forme, 2.° la nature des substances qui les composent.

Leur forme. 1. Tous ceux des minéralogistes qui ont eu le plus de facilité d'observer avec soin la forme de filons, s'accordent à les considérer comme étant plus larges vers la partie supérieure, et comme diminuant peu-à-peu en dimension à mesure qu'ils s'enfoncent dans la montagne, jusqu'à ce qu'enfin ils se terminent en une pointe, exactement comme s'ils eussent été originairement des fissures. C'est l'opinion d'Oppel, de Werner, et c'est bien celle aussi de tous les auteurs habitués par état à surveiller l'exploitation des mines. Il arrive, cependant, quelquefois que les filons s'élargissent dans différentes parties de leur course, et qu'ensuite, en se contractant, ils reprennent leur dimension primitive; mais en général on les voit diminuer graduellement depuis leur origine jusqu'à leur extrémité inférieure.

2. Quelquefois ces filons sont vides, ou en partie, ou en totalité. Ils prennent alors le nom de *fissures*; mais le plus ordinairement ils se trouvent remplis d'une matière qui diffère plus ou moins de celle qui constitue la roche à travers laquelle ils passent. Quelquefois le filon est rempli d'une seule espèce de substance minérale, de *spath calcaire*, de *quartz*, par exemple; mais lorsqu'il est d'une certaine grandeur, il se trouve alors fréquemment rempli d'un grand nombre de substances différentes qui sont toujours disposées en couches régulières, parallèles aux côtés du filon, et qui suivent dans leur position un ordre très-symétrique. Le

Structure. centre du filon est formé d'une espèce de minéral: et de chaque côté de cette couche centrale se trouvent placés dans le même ordre des *lits* de substances absolument semblables qui remplissent les deux parties latérales du filon. Voici un exemple de cet arrangement: le filon *gregorius*, à Freyberg, est composé de neuf couches ou lits. Le milieu du filon est formé d'une couche de *spath calcaire*; de chaque côté de ce noyau se trouve une couche d'un mélange de différentes espèces de mines d'*argent*; vient ensuite de chaque côté une couche de *spath brun*; puis après une couche de *galène*; et enfin une couche de *quartz* qui touche des deux côtés aux parois du filon. On a tracé ici, pour en rendre la description plus intelligible, la position respective de ces différentes couches.

Roche à base de gneiss.	Quartz.	Galène.	Spath brun.	Mine d'argent.	Spath calcaire.	Mine d'argent.	Spath brun.	Galène.	Quartz.	Roche à base de gneiss.

Il arrive quelquefois que le nombre des couches dont se compose le filon excède de beaucoup celui dont on vient de parler. Werner a donné la description d'un filon qui se trouve dans le district de Freyberg, dans lequel le spath calcaire forme le milieu, et qui de chaque côté de cette couche centrale n'a pas moins de 13 couches de substances différentes arrangées dans le même ordre [1].

Substances qu'ils contiennent.

Presque toutes les substances minérales qui se trouvent dans les masses des roches, se rencontrent dans les filons. Il s'en présente quelquefois qui sont remplis avec différens corps pierreux bien connus, tels sont les filons de granite, de porphyre, de pierre calcaire, de basalte, de wacke, de pierre verte, etc. [2]. On en rencontre souvent aussi qui sont composés de quartz, d'argile, de fedspath, etc.

Le charbon de terre, l'hydrochlorate de soude, et presque tous les métaux se trouvent de même en filons. Il en est qui sont remplis de cailloux roulés, comme celui qu'observa Werner à Joachimsthal [3]; d'autres contiennent de la glaise [4]; et il s'y rencontre même quelquefois des pétrifications. Le baron de Born a donné la description d'un porpite pétrifié qu'il observa dans un filon de cinabre compacte, en Hongrie; et M. de Schlottheim communiqua à Werner un fait du même genre, mais plus remarquable encore. On trouve dans une montagne calcaire en Thuringe, des filons de marne, de 13 à 15 centimètres d'épaisseur, qui contiennent des pétrifications tout-à-fait différentes de celles qui ont été observées dans la pierre calcaire. Les pétrifications qu'on trouve dans la marne sont des *cornes d'ammon*, des *térébrates* et des *turbinites*, tandis que celles de la roche calcaire sont des

---

[1] Nouvelle Théorie de la formation des Filons, p. 100.
[2] *Ibid.* p. 93.
[3] *Ibid.* p. 81.
[4] *Ibid.* p. 82.

trochites. Il existe, dans le voisinage, des couches de marne, dans lesquelles on trouve les mêmes pétrifications que dans les filons *.

3. On rencontre très-souvent des filons qui se croisent dans la même roche. Dans ce cas, on peut suivre l'un des deux filons traversant l'autre sans interruption, et le coupant en deux ; tandis que l'autre se sépare toujours, et disparaît au point d'intersection.

Théorie de Werner, sur la formation des filons.

4. Tels sont les principaux faits connus sur la nature et la structure des filons. Werner suppose qu'ils doivent leur origine à des fissures formées dans les roches, et que ces vides se sont ensuite remplis peu-à-peu par les substances minérales déposées lentement par les eaux, tandis qu'elles couvraient les roches où se trouvent les filons, et qu'ils furent remplis dans le même temps que se déposaient les différentes formations. Werner, dans son Traité des filons, a cité à l'appui de cette théorie un grand nombre de faits. Après avoir beaucoup étudié la structure des filons, et les apparences qu'ils présentent, il a démontré qu'ils ressemblent parfaitement aux fissures par leur forme et leur direction ; et que comme ils contiennent des pétrifications et des minéraux altérés par l'action de l'eau, il faut de toute nécessité qu'ils aient été remplis par la partie supérieure.

D'après cette théorie, les filons sont donc de formation plus récente que celle des roches qui les contiennent ; et lorsque deux filons se croisent, il est évident que c'est celui de formation plus récente qui traverse l'autre sans interruption, les fissures qui donnent naissance au filon nouveau n'ayant dû avoir été formées qu'après l'entier comblement du premier filon. Lorsque des filons différens contiennent les mêmes substances minérales rangées dans le même ordre, il conçoit qu'ils ont dû être remplis en même temps, et il considère de semblables filons comme appartenant à la *même* formation. Quand au contraire les filons diffèrent entre eux à cet égard, on doit les rapporter à des formations différentes. Werner déduit les époques relatives de la formation des filons de la comparaison de leur position respective ; et il détermine d'après cela l'ancienneté relative des

* Werner, Nouvelle Théorie de la formation des filons, p. 88.

différentes substances minérales qui se rencontrent en filons, comme il avait fixé les époques auxquelles se sont formées les roches qui composent les grandes classes des formations décrites dans le chapitre précédent. Mais il faut consulter l'ouvrage même de Werner pour connaître les conclusions importantes qu'il tire de sa théorie des filons.

Je terminerai cette légère esquisse de sa géognosie par deux tables qui indiquent les différentes formations dans lesquelles se trouvent les mines et les composés pierreux les plus importans, sans distinguer si elles s'y rencontrent en couches ou en filons.

Table de Pierres.

FORMATIONS.	Diamant.	Zircon	Hyacinthe.	Chrysolite.	Olivine.	Coccolite.	Augite.	Vésuvienne	Leucite.	Mélanite.	Grenat.	Grenatite.	Spinelle.	Saphir.	[illegible]	[illegible]
1 Primitive							X	?						?		
2 Granite.											X					
3 Gneiss.											X					
4 Schiste micacé.											X	X				
5 Schiste argileux.											X	X			X	
6 Trap primitif.						X										
7 Porphyre et sienite.		?									?					
8 Grauwacke.																
9 Calcaire de transition.																
10 Trap de transition.																
11 Schiste siliceux de transition.																
12 Formation stratiforme.																
13 Grès rouge ancien.																
14 Calcaire stratif. de pr. form.																
15 Gypse stratif. de prem. form.																
16 Grès bigarré.																
17 Gypse stratif. de sec. form.																
18 Calcaire coquiller.																
19 Calcaire de troisième format																
20 Craie.																
21 Houille indépendante.																
22 Trap stratiforme.	X	X	X		X		X		X	X			X	X		
23 Alluvion.													X	X		

Table de Pierres.

FORMATIONS.	Arsenic.	Cobalt.	Manganèse.	Chrome.	Molybdène.	Urane.	Tungstène.	Titane.	Columbium.	Cerium.
1 Primitive.										X
2 Granite.	X	X	X		X	X	X	X		
3 Gneiss.	X				X	X	X			
4 Schiste micacé.	X	X			X	X	X	X		
5 Schiste argileux.	X				X	X	X	X		
6 Trap primitif.										
7 Porphyre.	X		X				X			
8 Grauwacke.		X	X							
9 Calcaire de transition.			X							
10 Trap de transition.										
11 Schiste siliceux de transition.										
12 Formation stratiforme.										
13 Grès rouge ancien.										
14 Calcaire stratif. de pr. format.		X								
15 Gypse stratif. de prem. format.	X									
16 Grès bigarré.										
17 Gypse stratif. de sec. format.										
18 Calcaire coquiller.										
19 Calcaire de troisième formation										
20 Craie.										
21 Houille indépendante.										
22 Trap stratiforme.								?		
23 Alluvion.								X		

CHAPITRE IV.

De l'Analyse minérale.

Analyse des minéraux.

L'ART d'analyser les minéraux a fait, depuis ces dernières 30 années, d'étonnans progrès. Avant cette époque, qui n'est pas très-reculée, on eût regardé comme très-difficile, peut-être même comme impossible, de séparer cinq ou six substances intimement combinées, de les isoler les unes des autres, d'en déterminer les proportions, même de découvrir la présence et de reconnaître le poids d'une substance, ne formant que les 0,002 du composé. Mais la science est aujourd'hui parvenue au point de rendre ces opérations faciles, et de donner même à leurs résultats un degré suffisant d'exactitude.

Commencée par Margraff.

Margraff, de Berlin, entreprit le premier l'analyse des minéraux. Ses essais furent à-la-vérité très-imparfaits; mais ils suffirent pour faire sentir de quelle importance était cette nouvelle application de la science. Les chimistes s'en occupèrent, et bientôt on vit ce nouvel art porté à un haut degré de perfection par le génie de Bergman et de Schéele.

Perfectionnée par Klaproth.

Cependant les méthodes que ces chimistes célèbres employèrent, quoique d'un très-grand intérêt, si l'on considère surtout l'état où se trouvait alors la chimie, étaient souvent trop incertaines pour pouvoir être suivies dans tous les cas avec confiance. Klaproth en saisit les défectuosités, il s'appliqua avec cette persévérante sagacité que rien ne fatiguait, à y remédier; il parvint à corriger ce qui était inexact, et à suppléer à ce qui manquait encore aux méthodes analytiques. Il inventa de nouveaux procédés, découvrit des instrumens nouveaux, et c'est à ses travaux plus qu'à ceux de tout autre chimiste qu'il faut attribuer le degré de perfection auquel l'analyse des minéraux est parvenue. Il est d'autres chimistes, cependant, qui contribuèrent efficacement aussi à ce perfectionnement, et l'on doit surtout citer parmi eux Vauquelin, dont les analyses le disputent, en exactitude, en génie et par le nombre, à celles de Klaproth. Berzelius s'est aussi fait particulièrement distinguer, depuis peu, comme analyste.

Et autres.

Je donnerai, dans les sections suivantes, un exposé des méthodes analytiques actuellement en usage. Mais avant

d'entrer en matière, je crois convenable de faire précéder cet exposé des observations qui suivent.

Avant de procéder à l'analyse d'une substance minérale, il faut la réduire en poudre impalpable. Lorsque la pierre est très-dure, on peut la faire chauffer au rouge, et en la plongeant alors subitement dans l'eau froide, ce qu'on appelle étonner la pierre, elle se fend et éclate dans tous les sens. Si par cette première opération, elle n'est pas divisée en fragmens assez petits, on la réitère. Pour soumettre alors ces fragmens à la pulvérisation, on les pile d'abord dans un mortier d'acier poli, creusé en forme cylindrique, avec un pilon de même matière, et remplissant exactement toute la capacité du mortier pour éviter que rien ne s'en échappe.

Moyen de réduire un minéral en poudre.

Lorsque la pierre a été ainsi broyée, il faut en prendre un poids déterminé, de 5 grammes, par exemple, que l'on réduit ensuite en poudre la plus fine possible. On y parvient plus facilement en n'opérant à-la-fois que sur de petites quantités qui n'excèdent pas 5 décigrammes. On se sert ordinairement, à cet effet, d'un mortier d'agate d'environ 1 décimètre de diamètre et 4 à 5 centimètres de profondeur, ayant un pilon de la même matière. La poudre est aussi fine que possible, quand elle est douce au toucher, qu'elle se pelote, et qu'elle forme gâteau sous le pilon. Il faut alors la peser avec exactitude, et avoir soin de tenir note de l'augmentation de poids qu'elle acquiert toujours dans cette opération. Cette augmentation est due à une certaine quantité de la substance du mortier qui s'en est détachée pendant la trituration, et qui s'est mêlée avec la pierre réduite en poudre. Aussi, après avoir terminé l'analyse, il faut soustraire du poids des principes trouvés, une quantité correspondante à la poudre qui a pu s'être détachée du mortier. Si ce mortier est d'agate ou de caillou, c'est sur la silice seule qu'il faut déduire l'augmentation de poids.

Il faut avoir un creuset d'argent pur ou de platine, pouvant contenir environ 150 centimètres cubes d'eau, et garni d'un couvercle du même métal.

Vaisseaux chimiques.

Les capsules, qui servent aux dissolutions, évaporations, etc., doivent être de verre ou de porcelaine. Les dernières étant moins sujettes à se briser, sont plus économiques. Vauquelin les préfère pour ses opérations. Ce sont des sections de sphère vernies en dedans et en dehors, excepté vers la

partie qui se trouve immédiatement exposée à l'action du feu. On se sert ordinairement en Angleterre de capsules de Vedgewood dont la couverte est très-mince, et qui ne se fendille pas si facilement que celle des porcelaines françaises; mais il pourrait se faire que ces capsules ne résistassent pas aussi bien à l'action dissolvante de quelques réactifs.

SECTION PREMIÈRE.

De l'Analyse des terres et pierres [1].

Composition des pierres.

Dans l'état actuel de la science de l'analyse, on ne reconnaît dans les pierres simples proprement dites, que la présence de six espèces de terres qui, sont: la silice, l'alumine, la zircone, la glucine, la chaux et la magnésie: et celle de cinq oxides métalliques, savoir: les oxides de fer, de manganèse, de nickel, de chrôme et de cuivre [2]. On trouve même rarement plus de quatre ou cinq de ces substances combinées ensemble dans la même pierre. Nous supposerons cependant, pour éviter toute répétition inutile, qu'elles entrent toutes dans la composition du minéral dont nous allons donner l'analyse.

Méthode de décomposition des pierres.

Il faut prendre cinq ou dix grammes de la pierre que l'on veut analyser, et qui doit avoir été préalablement réduite en poudre fine. On mêle cette poudre avec trois fois son poids de potasse pure, et on humecte le tout d'un peu d'eau. On chauffe d'abord doucement le creuset d'argent ou de platine qui contient le mélange, et on agite continuellement pour éviter le gonflement de la matière, ainsi que la perte qui s'en ferait si elle passait par-dessus le bord du creuset. On augmente le feu dès que toute l'eau est vaporisée, et l'on tient encore pendant une demi-heure le creuset à une chaleur rouge.

Si le mélange contenu dans le creuset entre complètement en fusion, et qu'il paraisse liquide comme de l'eau, on peut dès-lors être assuré que la silice est le principal élément

[1] Voyez le Mémoire que Vauquelin a publié sur le même sujet. Ann. de Chim. XXX, 66.

[2] La barite a aussi été trouvée dans une seule pierre, la staurolite; mais sa présence dans les pierres est si rare, que l'on peut à peine espérer de l'y rencontrer. On donnera dans la suite la méthode qu'il convient de suivre pour l'y découvrir.

de la pierre analysée; si le mélange reste opaque, et qu'il prenne la consistance d'une pâte, les autres terres y prédominent; s'il conserve la forme pulvérulente, c'est alors l'alumine qui s'y trouve en plus grande proportion[1]. Si la matière présente une teinte noire ou d'un rouge foncé ou brunâtre, elle contient de l'oxide de fer. La couleur vert-pré indique la présence du manganèse, et le vert jaunâtre, celle du chrôme.

Après avoir retiré le creuset du feu, on l'essuie avec soin, on le pose dans une capsule de porcelaine, et on le remplit d'eau, que l'on renouvelle de temps-en-temps, et jusqu'à ce que toute la matière soit détachée du creuset. L'eau dissout une partie de la combinaison qui s'est formée entre l'alcali, la silice et l'alumine contenues dans la pierre, et la totalité même en serait dissoute, si l'on ajoutait la quantité d'eau nécessaire.

Il faut alors verser dans le creuset de l'acide hydrochlorique jusqu'à ce que la matière soit dissoute en totalité[2]. Il se produit d'abord un précipité floconneux, parce que l'acide se combine avec l'alcali qui la tenait en dissolution; et l'effervescence qui se produit, annonce la décomposition de la petite

---

[1] Chenevix a imaginé une méthode ingénieuse pour analyser les pierres qui n'entrent pas en fusion avec la potasse. Il l'employa dans l'examen qu'il fit des différentes espèces de corindon. Ce minéral étant presqu'entièrement composé d'alumine, et extrêmement dur, la potasse n'agit que faiblement sur lui, ce qui oblige, dans la méthode ordinaire, d'en employer une très-grande quantité, et ce qui rend le procédé d'une longueur rebutante. Chenevix fait usage, au lieu de potasse, du borax, qui attaque très-facilement les pierres alumineuses. Il mêla 100 parties de saphir en poudre avec 250 parties de borax calciné, et il tint le mélange, introduit dans un creuset de platine, exposé pendant deux heures à une très-forte chaleur. Le creuset, refroidi, contenait une masse vitreuse d'un bleu-verdâtre qui adhérait fortement aux parois du vase. Il fit bouillir le tout pendant quelques heures dans de l'acide hydrochlorique, et il opéra ainsi la dissolution complète du mélange. La substance terreuse fut alors précipitée en totalité par de l'ammoniaque saturée d'acide carbonique, et le précipité bien lavé fut redissous dans l'acide hydrochlorique. Après avoir ainsi mis à part le borax, qui n'avait servi que comme moyen d'opérer la dissolution, Chenevix continua l'analyse comme il est dit plus haut, si ce n'est qu'il employa l'hydrochlorate d'ammoniaque pour séparer l'alumine de la potasse. (Transactions philosophiques, 1802, p. 331.)

[2] Si la silice forme la base de la pierre, l'acide hydrochlorique ne dissout pas complètement la masse.

portion de carbonate de potasse formé pendant la fusion du mélange. En continuant à ajouter de l'acide, on voit le précipité floconneux, qui s'était d'abord formé, se redissoudre ainsi que la portion du mélange que l'eau n'avait pas dissoute, et qui était restée au fond du vase, sous la forme d'une poudre. Ce dépôt est attaqué par l'acide hydrochlorique avec effervescence, s'il tient de la chaux, et sans effervescence, s'il n'est formé que de silice et d'alumine.

Si cette dissolution de la matière dans l'acide hydrochlorique est sans couleur, on en peut conclure que la pierre ne contient point d'oxide métallique, ou du-moins qu'il ne s'y en trouve qu'en très-petite proportion. Si elle est colorée en rouge pourpre, elle tient du manganèse; le rouge orangé indique la présence du fer; et le jaune d'or, celle du chrôme.

On met cette dissolution dans une capsule de porcelaine que l'on couvre d'un papier. On la place sur un bain de sable et on évapore jusqu'à siccité. Lorsque l'évaporation approche de sa fin, la liqueur se prend en gelée. Il faut alors agiter continuellement avec une baguette d'argent ou de porcelaine, pour faciliter le dégagement de l'acide et de l'eau, et pour opérer le desséchement uniforme de toute la masse, de manière qu'elle soit suffisamment sèche, en évitant qu'elle le soit trop. Sans cette précaution, on ne parviendrait pas à séparer complètement la silice de l'alumine.

Séparation de la silice.

La matière étant presque réduite à l'état de poudre sèche, on l'arrose avec une assez grande quantité d'eau pure, on chauffe légèrement le tout, et on le jette sur un filtre; on lave le dépôt qui reste sur le filtre jusqu'à ce que l'eau de lavage cesse de précipiter la dissolution d'argent. Cette poudre, ainsi lavée, est la *silice* contenue dans la pierre dont on fait l'analyse. Il faut la dessécher d'abord en la mettant entre plusieurs feuilles de papier joseph, puis la faire rougir dans un creuset de platine ou d'argent, et en prendre le poids dès qu'elle est suffisamment refroidie. Ce doit être alors une poudre fine de couleur blanche, n'adhérant pas aux doigts, et entièrement insoluble dans les acides. Si elle est colorée, c'est qu'elle contient encore quelques traces d'oxides métalliques; ce qui fait voir que l'évaporation à siccité a été conduite à une température trop élevée. Il faut dans ce cas séparer l'oxide métallique que contient la silice, en la faisant bouillir avec un acide, en la lavant ensuite et en la faisant sécher

comme il a été dit plus haut. On ajoute alors la dissolution acide à l'eau qui a passé à travers le filtre, et on obtient une liqueur que nous nommerons *A*.

On réduit par évaporation cette dissolution aqueuse *A* au volume d'environ un demi-litre. On y ajoute alors une dissolution de carbonate de potasse jusqu'à ce qu'il ne s'opère plus de précipité. On fait bouillir, pendant quelques minutes, le mélange pour favoriser la précipitation. Dès que le précipité s'est rassemblé en totalité au fond du vase, on décante la liqueur qui surnage, on remet de l'eau pure sur le dépôt, et on verse le tout sur un filtre. Lorsque ce filtre est bien égoutté, on le met avec le précipité entre quelques feuilles de papier joseph, et dès que le précipité a acquis un peu de consistance, on l'enlève soigneusement avec un couteau d'ivoire; on le mêle avec une dissolution de potasse caustique, et on fait boullir le mélange dans une capsule de porcelaine. La potasse dissout l'alumine ou la glucine que peut contenir la pierre, sans toucher aux autres substances qui restent au fond de la liqueur, sous la forme d'une poudre que nous nommerons *B*.

Séparation de l'alumine.

On ajoute dans la dissolution de potasse, assez d'acide, non-seulement pour saturer l'alcali, mais aussi pour redissoudre complètement tout précipité qui a pu s'être produit lors de l'addition des premières portions d'acide. On verse alors dans la liqueur du carbonate d'ammoniaque, jusqu'à ce qu'il y en ait en excès. Par cette addition, toute l'alumine se précipite en flocons blancs, et la glucine reste en dissolution, pourvu que l'on ait ajouté une quantité suffisante de carbonate d'ammoniaque. On filtre alors la liqueur, on lave l'alumine qui reste sur le filtre, on la dessèche, et après l'avoir chauffée au rouge, on la pèse.

On peut s'assurer que la terre obtenue est réellement de l'alumine, en la faisant dissoudre dans de l'acide sulfurique, et en y ajoutant une quantité suffisante de sulfate ou d'acétate de potasse; car si c'est l'alumine, la totalité du mélange doit se convertir en cristaux d'alun.

Séparation de la glucine.

En faisant bouillir pendant quelque temps la liqueur qui a passé à travers le filtre, la glucine se précipite, si la pierre en contient, sous la forme d'une poudre fine, légère, qui peut être séchée et pesée. Lorsque cette terre est pure, c'est une poudre fine, douce, très-légère, sans saveur, et qui ne

prend pas de consistance au feu comme le fait l'alumine.

Séparation de la chaux.

On fait dissoudre dans de l'acide sulfurique étendu le résidu *B*, qui peut contenir de la chaux, de la magnésie, et un ou plusieurs oxides métalliques*, et on fait évaporer la dissolution à siccité. On verse sur le résidu un peu d'eau, qui dissoudra le sulfate de magnésie et les sulfates métalliques, tandis que le sulfate de chaux restera sans avoir été attaqué; ou s'il s'en est dissous quelque portion, on peut la separer de la liqueur au moyen d'un peu d'alcool faible. On réunit le tout, on le fait rougir dans un creuset, et on en prend le poids; la chaux en forme les 0,42.

Il faut alors étendre de beaucoup d'eau la dissolution contenant le reste des sulfates. On y ajoute un léger excès d'acide, et on y verse du carbonate de potasse saturé. Les oxides de chrôme, de fer, et de nickel seront précipités, et la magnésie restera en dissolution avec l'oxide de manganèse; nous nommerons *C* le précipité.

Séparation du manganèse.

On verse dans la dissolution de l'hydrosulfate de potasse, et le manganèse se précipitera à l'état d'un hydrosulfate de cette base. On le pèse, après l'avoir calciné avec le contact de l'air. On peut alors précipiter la magnésie par la potasse pure, et prendre le poids du précipité, après l'avoir lavé avec soin, et l'avoir chauffé jusqu'au rouge.

Séparation du chrôme.

On fait bouillir à plusieurs reprises le résidu *C* avec de l'acide nitrique, et on y ajoute alors de la potasse pure; on chauffe ensuite le tout, et on décante la liqueur. On lave bien le précipité, qui consiste dans les oxides de fer et de nickel, avec de l'eau pure, et on ajoute cette eau de lavage à la dissolution d'acide nitrique et de potasse. Cette dissolution contient le chrôme, qui a été converti en un acide: on y ajoute de l'acide hydrochlorique en excès, et on évapore jusqu'à ce que la liqueur se colore en vert; on met alors un alcali pur. Le chrôme se précipite à l'état d'oxide, et il ne s'agit plus que de le laver, le dessécher, et en prendre le poids.

Séparation du fer.

On dissout le précipité consistant dans les oxides de fer et de nickel, dans l'acide hydrochlorique, et on ajoute de

* Si l'on soupçonne la présence de l'yttria dans le résidu *B*, il faut le traiter par le carbonate d'ammoniaque, qui ne dissoudra que cette terre; on continuera ensuite l'analyse comme il est dit ci-dessus.

l'ammoniaque en excès. L'oxide de fer se précipite. On le lave, et on le pèse, après l'avoir fait sécher.

La dissolution évaporée laisse déposer l'oxide de nickel, que l'on peut encore précipiter en totalité de la dissolution non-évaporée, au moyen de l'hydro-sulfate d'ammoniaque. On en prend ensuite le poids après l'avoir calciné, etc., comme il est dit plus haut. Séparation du Nickel.

Il ne reste plus alors qu'à ajouter ensemble les différens poids des élémens de la pierre, et à comparer la somme totale de ces poids partiels à la quantité de matière qui a été soumise à l'analyse. Si ces deux quantités sont égales, ou si elles ne diffèrent entre elles que de trois ou quatre centièmes, on en peut conclure que l'analyse a été bien faite; mais si la perte de poids se trouve plus considérable, elle peut provenir de quelque chose dont on n'aura pas tenu compte. Il faut, dans ce cas, recommencer l'analyse avec soin, et si l'on parvient encore au même résultat, on peut être assuré que la pierre contient quelque substance qui se sera évaporée par la chaleur, ou qui est soluble dans l'eau.

On prend alors une nouvelle portion de la pierre réduite en petits morceaux, et on l'expose dans une cornue de porcelaine à une forte chaleur. L'eau ou toute autre substance volatile qu'elle peut contenir, passera dans le récipient, d'où on la retirera pour en déterminer et la nature et le poids.

S'il ne passe rien dans le récipient, ou si ce qui y passe n'équivaut pas à la perte qu'on a éprouvée dans l'analyse, on en peut conclure que la pierre contient une substance soluble dans l'eau.

Pour reconnaître la présence d'*alcalis fixes* qui se rencontrent très-fréquemment dans les pierres simples, on peut suivre trois méthodes analytiques différentes.

1. La première consiste à réduire la pierre en poudre impalpable, à la faire chauffer avec de l'acide sulfurique, à plusieurs reprises et avec précaution, et à faire ensuite digérer la masse dans de l'eau. On filtre la dissolution, et après l'avoir rapprochée convenablement, on la met à part pendant quelques jours. S'il s'y forme des cristaux d'alun, on doit être assuré que la pierre contient de la potasse, et la potasse peut être reconnue y exister jusque dans la proportion des 0,104 du poids des cristaux obtenus. S'il ne se forme pas de cristaux dans la liqueur, il faut l'évaporer à siccité, et expo- Méthodes de séparation des alcalis fixes.

ser le résidu à une chaleur rouge médiocre. On le fait alors digérer de nouveau dans l'eau; on précipite la dissolution par le carbonate d'ammoniaque, et on jette le tout sur un filtre; on évapore encore la liqueur à siccité, on calcine le résidu à une chaleur de 370° centigrades, et on le redissout dans l'eau. Cette dissolution, convenablement rapprochée, donnera, ou des cristaux de sulfate de soude ou des cristaux de sulfate de potasse, suivant les circonstances, et l'on distinguera facilement ces cristaux par leur forme. On peut encore découvrir la présence de la potasse, en ajoutant à la liqueur quelques gouttes d'une dissolution concentrée d'hydrochlorate de platine. S'il y a de la potasse dans le mélange, il s'y produit le précipité jaune ordinaire, qui est un hydrochlorate à base de potasse et de platine.

2. La méthode qui vient d'être décrite, peut être considérée comme un court exposé des travaux d'analyse entrepris d'abord par Vauquelin et Kennedi, pour reconnaître la présence des alcalis fixes dans les minéraux. Celle dont nous allons parler, a été imaginée par Rose; elle est d'un emploi beaucoup plus facile.

Cette seconde méthode consiste à faire fondre dans un creuset de porcelaine, une partie du minéral dont il s'agit de faire l'analyse avec quatre parties de nitrate de barite. On obtient une espèce de fritte légèrement colorée en bleu, et complètement soluble dans l'acide hydrochlorique étendu. On en opère ainsi la dissolution qui se colore en jaune, et on y ajoute une quantité d'acide sulfurique suffisante, non-seulement pour précipiter la barite, mais encore pour chasser l'acide hydrochlorique, et on évapore la liqueur à siccité. On fait digérer le résidu dans l'eau, et on jette le tout sur un filtre. Le sulfate de barite et la silice y restent. La dissolution qui passe claire est alors saturée avec du carbonate d'ammoniaque, et filtrée une seconde fois; tous les corps terreux et métalliques sont séparés, et la dissolution ne contient plus que les sulfates à bases d'alcalis fixes et d'ammoniaque. Si l'on évapore cette dissolution à siccité, et que le sel mis dans un creuset de porcelaine soit exposé à une chaleur capable de volatiliser le sulfate d'ammoniaque, on obtient un résidu qui, dissous dans l'eau, et mis à cristalliser, donne du sulfate pur d'alcali fixe. On décompose le sel, dissous dans l'eau, par l'acétate de barite; on filtre, pour séparer de la liqueur le sulfate

de barite formé, et on fait évaporer à siccité. On obtient ainsi un résidu salin qui est un acétate à base d'alcali fixe ; on le fait rougir dans un creuset. On dissout le résidu dans l'eau ; on filtre, et la liqueur mise à cristalliser donne des cristaux d'un carbonate de soude ou de potasse, qu'il est facile de distinguer l'un de l'autre par leurs propriétés[1].

3. La troisième méthode que l'on peut suivre pour reconnaître la présence des alcalis fixes dans les pierres, a été mise en pratique par Davy. Après avoir fait fondre une partie du minéral à examiner avec deux parties d'acide borique, il fait dissoudre le tout dans de l'acide nitrique étendu, et concentre la dissolution pour en séparer la silice. Il ajoute alors à la liqueur du carbonate d'ammoniaque en excès, fait bouillir le mélange, et le filtre ; les substances terreuses et métalliques sont ainsi séparées en totalité ; la liqueur est alors mêlée avec une quantité suffisante d'acide nitrique, et évaporée jusqu'à l'entière séparation de l'acide borique, de manière qu'il ne reste plus en dissolution que l'acide nitrique combiné avec les parties constituantes alcalines du minéral, et avec l'ammoniaque. On sépare de la masse saline desséchée le nitrate d'ammoniaque, en exposant le tout à une température de 280° centigrades, et la nature du résidu, qui ne contient plus que du nitrate de potasse ou de soude, peut être aisément reconnue en examinant ses propriétés[2].

Séparation de l'acide fluorique.

Mais les pierres simples ayant été récemment reconnues pour contenir de l'acide fluorique, et les méthodes analytiques dont nous avons parlé jusqu'à présent, ne donnant pas les moyens d'y découvrir cette substance, et d'en évaluer la quantité, nous décrirons la marche suivie par Klaproth pour arriver à ce but. Il faut prendre une portion réduite en poudre du minéral contenant cet acide, la mettre dans une cornue de verre avec de l'acide sulfurique, et faire chauffer le mélange. L'effet de corrosion qu'éprouve la cornue, et le dépôt siliceux qui se forme à la surface de l'eau que l'on a mise dans le récipient, sont des indices suffisans de la présence d'acide fluorique. Si l'on veut en déterminer la proportion, il faut fondre la pierre avec de la po-

---

[1] Klaproth, Beitrage, III, 240.
[2] Nicholson's Journ. XIII, 86.

tasse, et séparer la silice par les procédés ordinaires. La liqueur qui reste doit être alors précipitée par du carbonate de potasse; et le liquide étant neutralisé, on y verse de l'eau de chaux. Le précipité de fluate de chaux, ainsi obtenu, doit être pesé après l'avoir chauffé au rouge. Klaproth évalue la quantité d'acide fluorique contenue dans le minéral aux 0,48 de ce fluate de chaux [1].

Analyse des pierres salines. En suivant les différentes méthodes exposées précédemment, on peut analyser et les pierres simples et les différens agrégés de ces pierres. Quant aux pierres salines, la marche à suivre pour arriver à la détermination de leurs principes, doit varier selon l'acide qu'elles contiennent. Mais la plupart d'entre elles peuvent être décomposées par l'une ou l'autre des deux méthodes dont nous allons donner des exemples.

1. *Analyse du carbonate de strontiane.*

Des carbonates. Klaproth fit l'analyse de cette substance saline, en en faisant dissoudre 100 parties dans de l'acide hydrochlorique étendu; il se dégageait pendant la dissolution 30 parties d'acide carbonique. La liqueur cristallisait en aiguilles, et l'alcool dans lequel on avait fait dissoudre de ces cristaux brûlait avec une flamme pourpre; ce qui indiquait la présence de strontiane. Il faisait ensuite dissoudre environ 7 centigrammes de sulfate de potasse, dans 186 grammes d'eau, et y versait trois gouttes de la dissolution hydrochlorique. Il ne se formait aucun précipité, pas même dans l'espace de vingt-quatre heures: cette dissolution ne contenait donc pas de barite; car dans le cas contraire, il se serait produit sur-le-champ un précipité.

Klaproth décomposa alors la dissolution hydrochlorique, par du carbonate de potasse; il se précipita du carbonate de strontiane, dont, par l'application d'une forte chaleur, l'acide carbonique fut dégagé. Toute la substance terreuse restante fut dissoute dans l'eau, et les cristaux qu'on obtint pesaient, après avoir été séchés, 69,5 parties [2].

2. *Analyse du sulfate de strontiane.*

Sulfates. Vauquelin employa la méthode suivante, pour analyser un échantillon impur de ce minéral.

---

[1] Gehlen's Journ. III, 595.
[2] Klaproth's Beitrage, I, 260.

Il en prit 200 parties, et versa dessus de l'acide nitrique étendu. Il se produisit une vive effervescence, et une portion du minéral fut dissoute. La partie qui n'avait pas été attaquée se trouva, après avoir été lavée et chauffée au rouge, du poids de 167 parties. L'acide nitrique en tenait donc 33 en dissolution.

On évapora à siccité cette dissolution nitrique, et on obtint un résidu rougeâtre qui indiqua la présence d'oxide de fer. Ce résidu fut redissous dans l'eau, et on y ajouta un peu d'ammoniaque; il se forma un précipité rougeâtre qui était de l'oxide de fer, et qui, bien lavé et séché, pesait une partie. Le surplus de la dissolution fut précipité par du carbonate de potasse. Le précipité, après avoir été bien lavé et séché, pesait 20 parties, et il avait les propriétés du carbonate de chaux. D'où il suit que les 200 parties employées dans cette analyse, contiennent 20 parties de ce carbonate de chaux, une partie d'oxide de fer, et il en conclut que le reste des 33 parties était de l eau.

Les 167 parties, qui étaient insolubles dans l'acide nitrique, furent mêlées avec 500 parties de carbonate de potasse et 7000 parties d'eau, et le tout fut tenu pendant très longtemps en ébullition. On filtra ensuite la dissolution, et le résidu fut lavé et séché. La liqueur faisait à peine effervescence avec les acides; mais la barite y produisait un précipité abondant, entièrement insoluble dans l'acide hydrochlorique, ce qui indiquait, dans cette dissolution, la présence de l'acide sulfurique.

Le résidu insoluble qui, bien séché, pesait 129 parties, se dissolvait complètement dans l'acide hydrochlorique. La dissolution cristallisait en aiguilles, et les cristaux coloraient en pourpre la flamme de l'alcool qui en tenait en dissolution. Ce sel avait donc toutes les propriétés de l'hydrochlorate de strontiane. On en peut donc conclure que les 129 parties étaient du carbonate de strontiane ; mais 100 parties de ce sel contiennent 30 parties d'acide carbonique ; il doit donc y en avoir proportionnellement dans 129 parties 38,7. D'où il suit qu'il se trouve 90,3 parties de strontiane dans les 200 parties employées.

Or, comme le résidu insoluble des 167 parties était du sulfate de strontiane pur, et nous avons vu qu'il contenait

90,3 parties de strontiane, il s'ensuit donc encore qu'il y existait 76,7 parties d'acide sulfurique *.

En suivant à-peu-près la marche tracée dans le premier de ces exemples, on pourra faire l'analyse des carbonates de chaux et de barite, et en procédant à-peu-près comme dans le second exemple on pourra analyser les sulfates de chaux et de barite.

Phosphates. Quant au phosphate de chaux, on le fera dissoudre dans l'acide hydrochlorique; on chassera, autant qu'il sera possible, l'excès d'acide; on précipitera la chaux au moyen de l'acide oxalique, et l'oxalate de chaux obtenu, calciné dans un creuset de platine, laissera la chaux pure pour résidu. On évaporera alors à siccité la liqueur, et le résidu sera fondu en un verre, dont le poids représentera celui de l'acide qui était uni à la chaux.

Fluates. Il faut distiller un mélange de fluate de chaux et d'acide sulfurique. L'acide fluorique se dégagera alors sous forme gazeuse : ce qui reste dans la cornue, et qui consiste principalement en sulfate de chaux, peut être analysé suivant les différentes méthodes qui ont été décrites précédemment.

Borates. Le borate de chaux peut être dissous dans l'acide nitrique, ou dans l'acide sulfurique. On évapore la dissolution à siccité, et on traite le résidu par de l'alcool, qui ne dissout que l'acide borique, sans agir sur les autres substances. La partie de ce résidu, non soluble dans l'alcool, peut être ensuite analysée par les différens moyens qui ont été indiqués plus haut.

SECTION II.

De l'Analyse des Combustibles.

Ayant déjà parlé, dans la première partie de cet Ouvrage, des méthodes à suivre pour analyser le diamant et l'huile, il ne nous reste à examiner parmi les corps combustibles que

---

* Journ. des Min. N.° XXXVII, 1.

Méthode d'analyse de la houille.

le soufre et les houilles. La houille est composée de charbon, de bitume et d'une portion de substance terreuse. La présence des terres peut y être reconnue par la combustion complète d'une portion de la houille à analyser. Les cendres qui sont le résidu de cette combustion, constituent la partie terreuse. On en peut reconnaître la nature par le mode établi dans la première section de ce chapitre.

Nous devons à Kirwan les moyens de reconnaître la proportion de charbon et de bitume dans la houille.

Si l'on chauffe jusqu'au rouge du nitrate de potasse, et qu'on jette du charbon dessus, il se produit une vive détonation, et si le charbon est en quantité suffisante, le nitrate de potasse est complètement décomposé; d'où il suit qu'il faut une certaine quantité de charbon pur pour décomposer un poids donné de nitrate de potasse, et que cette quantité nécessaire peut être déterminée. Il résulte des expériences de Lavoisier, qu'en opérant la détonation dans des vaisseaux fermés, et sous l'eau, 13,21 parties de charbon peuvent décomposer 100 parties de nitrate de potasse[1]; mais lorsque la détonation s'opère à l'air libre, dans un creuset ouvert, le même effet est produit avec une moindre quantité de charbon, parce qu'une portion du nitrate de potasse est décomposée par l'action de l'air ambiant. Schéele observa que dans ces circonstances, 10 parties de plombagine suffisaient pour décomposer 96 parties de nitrate de potasse; et Kirwan trouva qu'il ne fallait qu'une quantité à-peu-près semblable de charbon, pour produire le même effet.

Macquer avait observé long-temps auparavant, qu'aucune matière huileuse volatile ne détonerait avec le nitrate de potasse, à moins qu'elle n'eût été préalablement réduite en charbon; et qu'alors l'effet produit sur le nitrate de potasse, est précisément proportionnel au charbon que cette matière huileuse peut contenir[2]. Kirwan, en répétant l'expérience avec de *la poix végétale* et de *la malthe*, trouva que ces substances ne détonaient pas avec le nitrate de potasse; mais qu'elles brûlaient simplement à sa surface, avec une flamme blanche ou jaune; et qu'après leur entière combus-

[1] Mém. sav. étrang. XI, 626.

[2] Dictionnaire de Macquer, deuxième édition, p. 481.

tion, il fallait encore, pour décomposer le nitrate de potasse une quantité de charbon à-peu-près égale à celle qu'aurait exigée la décomposition du sel, si on n'avait pas du tout employé de bitume *. Or, les houilles sont principalement composées de charbon et de bitume. Kirwan pensa donc qu'il était possible de déterminer la quantité de charbon que toute houille quelconque contient, en faisant détoner cette houille avec du nitrate de potasse; et en effet, puisque le bitume que contient la houille n'a aucune action pour décomposer le nitrate de potasse, il est évident que la détonation et la décomposition de ce sel ne sont dues qu'au charbon de la houille; et par conséquent, la quantité de houille nécessaire pour décomposer une quantité donnée de nitrate de potasse, indiquera la proportion de charbon qu'elle contient; et cette proportion, ainsi que celle de la terre dans une houille, étant connues, on aura facilement, par le calcul, celle du bitume.

Kirwan employa, dans ses expériences, un large creuset qui fut placé dans un fourneau à vent, à une distance convenable pour qu'il ne pût pas y être porté des corps étrangers. Ce creuset fut chauffé, dans chacun des essais qu'il entreprit, aussi également qu'il était possible. Au moment où le nitrate de potasse était rouge de chaleur, il y projetait de temps-en-temps, et par petits morceaux de la grosseur d'une tête d'épingle, la houille par portions de 6 à 12 centigrammes à-la-fois, et il continuait ainsi, jusqu'à ce que le nitrate de potasse eût cessé de détoner. Il répéta chaque expérience plusieurs fois, pour en obtenir des résultats plus exacts.

Il trouva qu'il fallait 50 parties de la houille de Kilkenny, pour décomposer par cette méthode 480 parties de nitrate de potasse; il faudrait donc 10 parties de cette houille pour décomposer 96 parties du sel, c'est-à-dire, précisément la même quantité de charbon qu'il eût fallu employer pour produire le même effet; d'où il suit que la houille de Kilkenny est presque entièrement composée de charbon.

Kirwan trouva encore que 100 parties de la houille de Cannel, bien incinérées, laissaient un résidu terreux de 3,1 parties. Il employa 66,5 parties de cette houille pour décom-

* Minér. II, 522.

poser 480 parties de nitrate de potasse ; mais il eût suffi de 50 parties de charbon pour donner le même résultat ; d'où il suit que 66,5 parties de houille de Cannel contiennent 50 parties de charbon et 2,08 parties de terre ; le surplus de 14,42 parties doit être alors la quantité de bitume contenue dans 66,5 parties de cette houille. C'est ainsi que l'on pourra reconnaître la composition de toute autre houille quelconque.

Quant au soufre, si l'on veut s'assurer du degré de pureté d'un échantillon de cette substance, il faut le faire bouillir avec trente fois son poids d'eau, ensuite avec de l'acide hydrochlorique étendu, et le traiter à la fin avec de l'acide hydro-chloro-nitrique. On pourra ainsi lui enlever les différentes impuretés qu'il contenait, sans attaquer le soufre pur ; au-moins si l'on a pris les précautions convenables, il ne s'agira plus alors que de le laver, le faire dessécher et le peser. La différence que l'on trouvera entre ce poids et le poids primitif, indiquera la quantité de matière étrangère qui se trouvait mêlée au soufre. On pourra faire évaporer les dissolutions, que l'on examinera ensuite selon les méthodes qui ont été décrites dans la première et dans la troisième section de ce chapitre.

SECTION III.

De l'Analyse des Mines.

La diversité des mines métalliques est si grande, qu'on ne peut leur appliquer aucune méthode générale d'analyse. Nous allons donc examiner successivement les différens ordres, un à un, et donner pour chacun les moyens analytiques convenables. Dans les règles que je me propose d'établir ici, je suivrai Bergman, à qui nous devons le premier traité précis sur l'analyse des mines, excepté dans les cas où ses méthodes ont dû être remplacées par celles perfectionnées des chimistes qui se sont occupés, depuis lui, de ce même objet.

Aucune méthode générale.

1. *Des mines d'or.*

La présence de l'or se reconnaît facilement en traitant, par l'acide hydro-chloro-nitrique, l'échantillon de mine que

Analyse de l'or natif.

l'on suppose en contenir, et en versant dans la dissolution quelques gouttes d'hydrochlorate d'étain. Si cette dissolution contient un peu d'or, il s'y forme sur-le-champ un précipité pourpre.

L'or natif doit être dissous dans l'acide hydro-chloronitrique : s'il contient de l'argent, le métal se précipite à l'état de chlorure : on peut le recueillir sur un filtre, et en prendre le poids. On verse alors dans la dissolution du sulfate de fer, et l'or se précipite à l'état métallique. Si la dissolution contient du cuivre, on peut en séparer ce métal, en y plongeant une lame de fer. On y reconnaît la présence du fer, en versant quelques gouttes de teinture de noix de galle dans une portion de cette même dissolution *.

Les pyrites aurifères doivent être traitées par l'acide nitrique affaibli, qui dissout le fer et sépare le soufre. L'or reste insoluble, et se trouve en petits grains au fond de la liqueur.

2. *Des mines de platine.*

Les grains de platine brut, qui forment la seule mine connue de ce métal, sont un mélange très-compliqué, dans lequel il ne se trouve pas moins de huit métaux, et quelquefois même un plus grand nombre. Ces métaux sont : le mercure, l'or, le platine, le fer, le palladium, le rhodium, l'osmium et l'iridium.

Le mercure peut être séparé par la chaleur, et l'or qui est en grains simplement mêlés avec les autres métaux, devient alors visible et peut-être enlevé. Le fer qui se trouve, au-moins en partie, à l'état de sable ferrugineux, peut être séparé au moyen de l'aimant. Quant à la portion qui est alliée au platine, s'il s'en trouve réellement de combiné ainsi, la séparation en devient plus difficile. La mine de platine après avoir ainsi subi un commencement de purification, doit être traitée par l'acide hydro-chloro-nitrique affaibli, qui dissout le reste de l'or. En ajoutant ensuite de l'acide hydro-chloro-nitrique concentré, et en faisant chauffer, on opère la dissolution du platine, du palladium et du rhodium. La poudre noire et les petites écailles métalliques qui restent insolubles, sont composées d'osmium et d'iri-

* Bergman, II, 410.

dium, qui peuvent être séparés par l'action alternative de la potasse et de l'acide hydrochlorique. On ne connaît pas de bonne méthode pour séparer, sans perte, la portion de ces métaux qui se trouvent en dissolution avec le platine. On précipite le platine, en versant dans la liqueur une dissolution concentrée d'hydrochlorate d'ammoniaque, et on sépare le palladium au moyen du cyanure de mercure. Le rhodium s'obtient en ajoutant de l'hydrochlorate de soude à la liqueur dont on a ainsi séparé les autres métaux, en évaporant à siccité, et en faisant digérer le résidu dans l'alcool. On trouvera de plus grands détails sur ces procédés, dans les dissertations de Wollaston, Tennant, Descostils, Fourcroy et Vauquelin *.

3. *Des mines d'argent.*

L'analyse des mines d'argent a toujours été considérée comme étant très-importante, sous le double rapport de la grande valeur du métal et de la quantité considérable qu'elles en contiennent.

Analyse de l'argent natif.

1. Pour analyser l'argent natif, il faut le faire dissoudre dans l'acide nitrique. S'il contient de l'or, ce métal reste à l'état d'une poudre noire dont on prend le poids, après l'avoir fait sécher. On décompose alors le nitrate d'argent par l'hydrochlorate de soude, et l'on obtient du chlorure d'argent qui, lorsqu'il est bien desséché, indique les 0,75 d'argent. La présence du cuivre peut se reconnaître à la couleur bleue verdâtre de la dissolution, et à la couleur bleue foncée qu'elle prend, lorsque l'on y ajoute de l'ammoniaque. On peut d'ailleurs obtenir le cuivre, soit en le précipitant au moyen d'une lame de fer, soit en suivant les procédés qui seront indiqués ci-après. Quand la mine contient de l'arsenic, on peut en estimer la proportion en la pesant avant et après la fusion, puisque l'arsenic est volatilisé par la chaleur. On peut encore faire dissoudre la mine, comme il a été dit plus haut, dans l'acide nitrique qui acidifie l'arsenic. Après la séparation de l'argent, on peut précipiter l'acide arsenique au moyen du nitrate de plomb.

Argent antimonial.

1. L'alliage d'argent et d'antimoine doit être traité par

* Voyez les Mémoires publiés à ce sujet, et qui ont été indiqués dans le premier volume de cet ouvrage, à l'histoire particulière de chaque métal.

l'acide nitrique, qui dissout l'argent et oxide l'antimoine. On estime la quantité d'argent, ainsi que nous l'avons déjà indiqué. On fait dissoudre l'oxide d'antimoine dans l'acide hydrochlorique, et on en sépare l'antimoine en le précipitant au moyen d'une lame de fer [1].

Sulfure d'argent.

3. L'acide nitrique étendu, qui dissout l'argent sans presque attaquer le soufre, peut servir pour analyser le sulfure d'argent. La dissolution dans cet acide étant opérée, on fait sécher le résidu, on le pèse et on fait brûler le soufre. La perte de poids donne le soufre. Le résidu, s'il y en a, est du sulfure non décomposé et on le traite, comme d'abord. On précipite l'argent par de l'hydrochlorate de soude. Si la dissolution contient encore d'autres métaux, on peut en déterminer la nature, comme il a été dit plus haut; mais comme, dans cette opération, une partie du soufre se trouve toujours acidifiée, il faut précipiter l'acide formé par du nitrate de barite. 100 parties du précipité séché indiquent environ 14,5 parties de soufre [2].

Argent antimonié.

4. Klaproth analysa l'argent antimonié de la manière suivante. Il en fit bouillir 100 parties avec de l'acide nitrique étendu. Le résidu bien lavé et séché, était de 26 parties, qui furent traitées par l'acide hydro-chloro-nitrique. On obtint un nouveau résidu de 13 parties, de manière que 13 parties avaient été dissoutes; 12 de ces parties étaient du soufre, qui après avoir été brûlé ne laissa qu'une partie de silice. La dissolution acide hydro-chloro-nitrique ayant été étendue d'une grande quantité d'eau, laissa déposer un précipité de 13 parties (ou 10 parties d'antimoine pur), et ce précipité avait toutes les propriétés de l'oxide d'antimoine; car il ne commença à se réduire en vapeur qu'à la chaleur rouge; mais élevé à cette température, il se volatilisa sous la forme d'une fumée grisâtre. Ce précipité représentait 10 parties d'antimoine métallique.

La dissolution nitrique était verte. L'hydrochlorate de soude y produisit un précipité du poids de 87,75 parties, équivalant à 65,81 parties d'argent pur. Après la séparation de ce chlorure d'argent, on essaya la liqueur, en y versant du sulfate de soude; mais il ne s'y forma pas de précipité;

---

[1] Klaproth, III, 175.
[2] *Ibid.* I, 172.

d'où l'on peut conclure qu'elle ne contenait pas de plomb. En y versant de la soude en excès, on y détermina la formation d'un précipité gris, du poids de 5 parties. Ce précipité mis sur des charbons ardens, exhalait une forte odeur d'arsenic. Ayant été redissous dans l'acide nitrique, les sulfures alcalins précipitèrent la dissolution en un brun sale, et l'hydrocyanate alcalin en un hydrocyanate de fer, qui par la torréfaction devenait attirable à l'aimant. Klaproth en conclut que les 5 parties étaient une combinaison de fer et d'acide arsenique.

La dissolution nitrique dans laquelle on avait versé un excès d'ammoniaque, était bleue ; il y avait par conséquent lieu de croire qu'elle contenait du cuivre. Pour en découvrir la présence, Klaproth satura la liqueur avec de l'acide sulfurique, et y plongea une lame de fer bien poli ; mais la quantité de cuivre précipitée sur le fer était si petite, qu'il ne fut pas possible de la recueillir [1].

5. L'argent noir peut être analysé comme il a été indiqué au n.o 2. On sépare le cuivre, s'il s'en trouve dans cette mine, au moyen d'une lame de fer, et on estime la quantité d'acide carbonique qui se dégage, soit en chauffant la mine, soit en la faisant dissoudre dans l'acide nitrique. Mine d'argent noir.

6. Vauquelin employa la méthode suivante, pour analyser la mine d'argent rouge ; il fit digérer 100 parties de cette mine dans 500 parties d'acide nitrique étendu d'eau [2]. Le résidu insoluble lavé et séché pesait 42,06 parties. Ce résidu traité par l'acide hydrochlorique, ne laissa que 14,66 parties qui se trouvèrent être du soufre. En ajoutant une grande quantité d'eau à la dissolution hydrochlorique, il s'y forma un précipité blanc pulvérulent, du poids de 21,25 parties ; et ce précipité était de l'oxide d'antimoine. Il restait encore à examiner la dissolution nitrique. L'acide hydrochlorique y forma un précipité de chlorure d'argent, du poids de 72,66 parties. La liqueur acide qui le surnageait, essayée par les réactifs, fut reconnue pour ne contenir aucune autre substance en dissolution [3]. Mine d'argent rouge.

7. Klaproth analysa le chlorure d'argent, en mêlant 100 Chlorure d'argent.

---

[1] Klaproth's Beitrage, I, 163.

[2] La dissolution se fit sans effervescence : ce qui prouve que les métaux existaient dans cette mine à l'état d'oxide.

[3] Journ. des Min. N.o XVII, p. 2.

parties de cette substance avec 300 parties de carbonate de potasse pur, et en fondant le tout dans une cornue de verre. La masse obtenue ayant été délayée dans l'eau, et le tout mis sur un filtre, on versa de l'acide nitrique sur le résidu. Il fut dissous, à l'exception d'une poudre rouge, qui, traitée avec l'acide hydro-chloro nitrique, laissa précipiter un peu de chlorure d'argent. Ce chlorure séparé, et réduit, donna 0,5 d'argent pur. L'ammoniaque précipita de la dissolution acide hydro-chloro-nitrique 2,5 parties d'oxide de fer. La dissolution nitrique fut alors précipitée par de l'hydrochlorate de soude; et le chlorure d'argent que l'on obtint, donna, après sa réduction, 67,25 d'argent pur.

On satura alors avec de l'acide acétique la dissolution aqueuse première de la masse alcaline, et elle déposa 1,75 parties d'alumine. La liqueur ayant été ensuite évaporée à siccité, la masse sèche fut traitée avec de l'alcool, qui en sépara l'acétate de potasse. La partie insoluble dans l'alcool se trouva du poids de 58,75 parties; elle fut dissoute dans l'eau et décomposée par de l'hydrochlorate de barite. Il se précipita 15 parties de sulfate de barite, représentant environ 0,5 parties d'acide sulfurique, ou 0,75 de sulfate de potasse. Les 58 parties restantes étaient de l'hydrochlorate de potasse indiquant environ 21 parties d'acide hydrochlorique [1].

4. *Des mines de mercure.*

Mercure natif.

I. On peut faire l'analyse du mercure natif et de ses amalgames, au moyen de l'acide nitrique. L'or, s'il en contient, reste à l'état de poudre dans la dissolution, et le poids de cette poudre indique la quantité du métal. On précipite le bismuth, en ajoutant de l'eau à la liqueur. L'hydrochlorate de soude peut servir à précipiter l'argent, et aussi une partie du mercure; mais ce dernier métal, pouvant se redissoudre dans une quantité suffisante d'eau, ou, encore mieux, dans le chlore, peut être aisément séparé du chlorure d'argent qui reste insoluble. On peut enfin obtenir le mercure, en le précipitant au moyen du sulfate de fer et en l'évaluant [2], ou bien on peut le séparer directement de la mine par la distillation.

---

[1] Klaproth's Beiträge, I, 132. [2] Bergman, II, 421.

2. On fait dissoudre le cinabre dans l'acide hydrochlorique en y ajoutant peu-à-peu de l'acide nitrique. Le soufre se sépare en partie, et on peut le peser, et il est converti en partie en acide sulfurique, dont on peut le séparer au moyen de l'hydrochlorate de barite et en reconnaître la quantité. On sépare ensuite le mercure du cinabre, en distillant une portion de la mine avec moitié de son poids de limaille de fer [1]. Cinabre.

3. On peut employer la même méthode pour analyser la mine hépatique. La petite portion de corps étrangers qui s'y trouvent, peut être déterminée au moyen des procédés qui ont été indiqués plus haut. Mine hépatique.

4. On fait digérer le chlorure de mercure dans l'acide sulfurique jusqu'à son entière dissolution. On sépare l'acide sulfurique au moyen de l'hydrochlorate de barite, en observant que 100 parties de cet acide équivalent à 186 parties de sulfate de mercure, et la proportion de ce sel étant connue, on a celle du chlorure de mercure [2]. On pourrait encore faire bouillir le sel métallique avec du carbonate de potasse jusqu'à son entière décomposition, et cette méthode serait peut-être préférable à celle que nous venons d'exposer. Chlorure de mercure.

5. *Mines de cuivre.*

1. Le cuivre natif contient quelquefois de l'or, de l'argent ou du fer. On peut l'analyser en le dissolvant dans l'acide nitrique; l'or reste à l'état d'une poudre de couleur noirâtre ou plutôt violette. L'argent peut être séparé en le précipitant au moyen d'une lame de cuivre polie (ou bien en décomposant une portion de la dissolution par l'hydrochlorate de soude.) Pour séparer le fer on évapore la liqueur à siccité, et on traite le résidu avec de l'eau. Par ce procédé, le nitrate de fer est décomposé; l'oxide de fer reste, tandis que l'eau dissout le nitrate de cuivre [3]. On décompose facilement ce dernier sel en le faisant bouillir avec de la potasse: le précipité lavé et séché à la chaleur rouge est de l'oxide noir de cuivre, qui contient les 0,80 de cuivre métallique [4]. Cuivre natif.

---

[1] Klaproth, Gehlen's Journ. V, 436.
[2] Bergman, II, 423.
[3] *Ibid.* p. 427.
[4] Chenevix, Phil. Trans. 1801, p. 209.

Sulfure de cuivre.

2. Le sulfure de cuivre peut être dissous dans de l'acide hydrochlorique dont on favorise l'action en y ajoutant de l'acide nitrique. Une portion du soufre se sépare, tandis que l'autre est convertie en acide sulfurique. On divise la dissolution en deux parties. De l'une on précipite le cuivre au moyen d'une lame de fer, et de l'autre on obtient le fer par l'ammoniaque [1]. La même méthode est applicable à la mine de cuivre bigarrée, ainsi qu'aux pyrites cuivreuses.

Mine de cuivre grise.

3. Klaproth analysa ainsi cette mine. En la chauffant au rouge dans une cornue, il en sépara le soufre et l'arsenic; et après avoir pesé ce qui s'était sublimé, il le traita par la potasse qui enleva le soufre, et laissa l'arsenic. La mine grillée fut alors dissoute dans l'acide nitrique, et il ne resta qu'une petite portion de matière pouvant se dissoudre dans l'acide hydrochlorique. Les deux dissolutions ayant été réunies, il se sépara du mélange un peu de chlorure d'argent dont on opéra la réduction. Ayant ajouté de l'acide sulfurique à la liqueur, elle fut évaporée à siccité, et le résidu dissous dans l'eau. On sépara le fer de cette dissolution au moyen de l'ammoniaque, et le cuivre, en y plongeant une lame de zinc [2].

Mine rouge de cuivre.

4. La mine rouge de cuivre n'a besoin que d'être dissoute dans l'acide hydrochlorique, et on précipite le cuivre de la dissolution au moyen d'une lame de fer; 88 parties du cuivre précipité équivalent à 100 parties de l'oxide orangé dont cette mine est formée.

5. Il est inutile d'entrer dans de grands détails sur la méthode à suivre pour analyser les oxides et les carbonates de cuivre. Il suffit de dire que l'on estime la quantité d'eau et d'acide carbonique, en distillant la mine dans des vaisseaux clos, et en recueillant les produits. On peut alors faire dissoudre la mine dans l'acide nitrique, et on retire le cuivre de la dissolution comme il a été indiqué plus haut.

Arseniate de cuivre.

6. Pour faire l'analyse de l'arseniate de cuivre, Chenevix fit dissoudre la mine dans de l'acide nitrique étendu. Après avoir ajouté du nitrate de plomb à la dissolution, et fait évaporer le mélange jusqu'à ce qu'il commençât à s'y former un précipité, il y versa de l'alcool, qui opéra la précipitation

---

[1] Klaproth, II, 279.
[2] Gehlen's Journ. V, 5.

de l'arseniate de plomb que l'on sait contenir les 0,33 d'acide arsenique. On sépare ensuite le cuivre de la liqueur en la faisant bouillir avec de la potasse [1].

6. *Mines de fer.*

Malgré la grande variété des mines de fer, on peut cependant, relativement à l'analyse, les rapporter toutes à trois classes, suivant que le métal se trouve combiné au soufre, à l'oxigène ou aux acides, et par conséquent selon qu'il se présente dans les trois différens états de sulfures, d'oxides et de sels.

1. Il faut faire bouillir les pyrites, ou fer sulfuré, avec l'acide nitrique jusqu'à ce que tout le soufre soit converti en acide sulfurique. On ajoute ensuite de l'acide hydrochlorique, et on continue de faire digérer ce mélange jusqu'à l'entière dissolution de la mine [2]. On en précipite alors l'acide sulfurique en y ajoutant de l'hydrochlorate de barite; et le sulfate de barite obtenu représente par 100 parties, 14,5 parties de soufre. Si la dissolution ne contient que du fer, on peut en précipiter ce métal au moyen du carbonate de soude. On calcine le précipité, et on en prend le poids, mais s'il s'y trouve des terres ou du manganèse, il faut alors avoir recours aux méthodes analytiques indiquées dans la première section de ce chapitre. Pyrite ou fer sulfuré.

2. Si les oxides de fer que l'on veut essayer sont purs, c'est-à-dire, s'ils ne contiennent que du fer, il suffit de les faire dissoudre dans de l'acide hydrochlorique, et de précipiter ce métal de la dissolution comme il a été dit plus haut. Mais il arrive très-rarement de trouver cette espèce de mine à cet état de pureté parfaite. Le fer y est ordinairement combiné, soit avec le manganèse, l'alumine ou la silice, soit avec ces substances réunies; et l'on doit alors en conduire l'analyse comme il a été dit dans la première section de ce chapitre. Oxides de fer.

3. La mine de fer spathique doit être analysée d'après la même méthode, si ce n'est seulement qu'il faut en séparer le

---

[1] Phil. Trans. 1801, p. 195.

[2] Si la gangue de cette mine contient de la silice, elle restera non dissoute, et il faut en faire l'analyse, suivant la méthode indiquée dans la première section de ce chapitre.

gaz acide carbonique par distillation ou dissolution en vaisseaux clos, et en estimer la quantité en suivant le mode indiqué dans le quatrième chapitre du volume précédent.

Arseniate de fer.

4. Pour analyser l'arseniate de fer, Chenevix en mêla 100 parties avec de la potasse, et il fit bouillir le mélange jusqu'à l'entière séparation de l'acide arsenique. Il versa du nitrate de plomb dans la dissolution, et obtint, des 100 parties, un précipité qui en contenait 33 d'acide arsenique. La portion des 100 parties de la mine qui n'avait pas été attaquée par de la potasse fut traitée par l'acide hydrochlorique; il resta un résidu insoluble qui était de la silice. On ajouta alors à la liqueur de l'ammoniaque en excès qui précipita le fer, tandis que le cuivre fut dissous par l'ammoniaque [1].

7. *Mines d'étain.*

La méthode que Bergman a appliquée à l'analyse de cette espèce de mines ne réussissant pas bien, nous adopterons ici celle que nous devons à Klaproth.

Sulfure d'étain.

1. Pour analyser le sulfure d'étain, il en fit digérer 120 parties avec de l'acide hydro-chloro-nitrique. Il en resta 43 parties, qui ne furent point dissoutes. Ce résidu chauffé brûla avec une flamme bleue, et perdit ainsi 30 parties qui étaient du soufre. Les 13 parties restantes traitées par l'acide hydro-chloro-nitrique, se réduisirent à 5 parties qui, chauffées avec de la cire, donnèrent un grain de fer attirable à l'aimant. Le reste était un mélange de silice et d'alumine. La dissolution acide hydro-chloro-nitrique ayant alors été complètement décomposée par la potasse, le précipité obtenu fut redissous dans l'acide hydrochlorique. Un cylindre d'étain, plongé dans la dissolution, en précipita 44 parties de cuivre [2], et perdit lui-même une portion de son poids équivalente à 89 parties. Un cylindre de zinc sépara de la dissolution 130 parties d'étain; d'où il suit qu'en retranchant de cette quantité les 89 parties enlevées au cylindre d'étain pendant la précipitation du cuivre, on trouve que la mine analysée contenait 41 parties d'étain métallique [3].

---

[1] Phil. Trans. 1801, p. 219.

[2] En traitant ce précipité métallique par l'acide nitrique, on trouva qu'il contenait une partie d'étain.

[3] Observations on the Fossils of Cornwall, p. 38. English Translation.

2. Cette mine fut analysée par Klaproth de la manière suivante. Il en prit 100 parties qu'il mêla avec 600 parties de potasse ; le tout fut mis dans un creuset d'argent et chauffé jusqu'au rouge ; la masse ayant ensuite été traitée à l'eau chaude, elle ne laissa qu'un résidu insoluble du poids de 11 parties. Ce résidu, traité de nouveau avec de la potasse, se réduisit à 1,25 parties que l'on fit dissoudre dans l'acide hydrochlorique. On sépara de la dissolution au moyen du zinc les 0,50 d'une partie d'étain, et en y versant un hydrocyanate alcalin il se produisit un précipité bleu, dont le poids indiquait la présence des 0,25 d'une partie de fer. Pierre d'étain.

La dissolution alcaline fut saturée avec de l'acide hydrochlorique ; il se forma un précipité, blanc, mais qui fut redissous par un excès d'acide. On précipita alors la liqueur par du carbonate de soude, et le précipité, qui avait une couleur jaunâtre, fut redissous dans l'acide hydrochlorique. On plongea dans la dissolution un cylindre de zinc qui en sépara 77 parties d'étain représentant environ 98 parties d'oxide de ce métal *.

8. *Mines de plomb.*

1. Le sulfure de plomb contient ordinairement un peu d'argent, et quelquefois aussi de l'antimoine et du zinc. On peut en faire l'analyse en le traitant par l'acide nitrique étendu, qui dissout le plomb sans toucher au soufre, dont on peut prendre le poids, et déterminer le degré de pureté au moyen de la combustion. Si le sulfure de plomb contient de l'antimoine, ce métal restera à l'état d'un oxide blanc, ou il sera dissous. Dans ce dernier cas, on le précipitera de la liqueur en y ajoutant de l'eau pure. On y verse alors de l'acide hydrochlorique, et on la concentre par l'évaporation. L'hydrochlorate de plomb et le chlorure d'argent se précipitent. On sépare le premier du second, qui reste insoluble, en traitant le mélange par l'eau bouillante, ou comme l'a proposé Westrumb, en faisant digérer le précipité avec de l'ammoniaque. La liqueur dans laquelle on a séparé l'hydrochlorate du chlorure peut encore contenir du fer, du zinc et du cuivre. On en précipite le fer en y ajoutant de l'ammoniaque en excès; le cuivre, au moyen d'une lame de zinc : le zinc peut être précipité par du carbonate de soude ; on réduit ensuite Sulfure de plomb.

* Beitrage, II, 254.

cet oxide à l'état métallique ; on en prend le poids, et on en déduit celui qu'a perdu la lame de zinc qui a été employée pour précipiter le cuivre de la dissolution.

Arseniate de plomb.

2. Cette mine fut analysée par Vauquelin, ainsi qu'il suit. Il en prit 100 parties qu'il fit griller pendant une demi-heure, en mettant de temps-en temps sur la matière un peu de suif, pour favoriser la vaporisation de l'arsenic. La perte fut de 38 parties qui furent considérées comme étant de l'oxide d'arsenic. Le résidu fut traité par l'acide hydrochlorique concentré, et le mélange tenu en ébullition pendant 15 minutes. La dissolution prit une couleur rouge, et laissa dégager une grande quantité de chlore. Il se déposa un sel blanc cristallisé en aiguilles, et la liqueur fournit encore par l'évaporation des cristaux semblables. La dissolution de ce sel dans l'eau, précipitée par le fulfate de soude, donna 25 parties de sulfate de plomb représentant 20,2 parties de plomb métallique. On versa dans la liqueur, dont on avait ainsi séparé le plomb, de l'ammoniaque qui y opéra un précipité du poids de 39 parties. C'était de l'oxide de fer mêlé encore d'oxide d'arsenic. Le dégagement de chlore qu'avait observé Vauquelin dans cette opération le porta à croire que le plomb se trouvait dans cette mine à l'état de peroxide *.

Carbonate de plomb.

3. Klaproth analysa le carbonate de plomb de la manière suivante. Il en prit 100 parties et les fit dissoudre complètement dans 200 parties d'acide nitrique étendu de 300 parties d'eau. La dissolution eut complètement lieu avec effervescence, et le mélange perdit une quantité de son poids équivalente à 16 parties représentant l'acide carbonique. La dissolution, qui était incolore, fut étendue d'eau, et décomposée par un cylindre de zinc qu'on y plongea. On obtint en 24 heures 77 parties de plomb précipité à l'état métallique, qui représentent 82 parties du même métal oxidé.

Si l'on soupçonne la présence de l'acide hydrochlorique dans le carbonate de plomb, on peut aisément l'y reconnaître, et déterminer même le poids de cet acide au moyen du nitrate d'argent.

Sulfate de plomb.

4. Pour analyser le sulfate de plomb, Klaproth en prit 100 parties qu'il fit chauffer au rouge et qui perdirent 2 parties représentant la quantité d'eau contenue dans la mine. Il

* Ann. de Chim. XLII, 86.

mêla les 98 parties restantes avec 400 parties de carbonate de potasse, et le tout fut chauffé jusqu'à la chaleur rouge dans un creuset de platine. La masse jaune rougeâtre que l'on obtint ainsi fut mise en digestion avec de l'eau, et le tout déposé sur un filtre. L'oxide de plomb qu'on sépara ainsi de la liqueur pesait 72 parties; on le fit dissoudre dans l'acide nitrique étendu; et on obtint pour résidu une partie d'oxide de fer. On mit un cylindre de zinc dans la liqueur et on en précipita ainsi 66,50 parties. La dissolution alcaline fut alors sursaturée avec de l'acide nitrique, et traitée avec de l'acétate de barite. Il se précipita du sulfate de barite, qui, lavé et séché, se trouva être du poids de 73 parties correspondant, selon Klaproth, à 25 parties d'acide sulfurique [1].

5. Pour analyser ce sel Klaproth en prit 100 parties qu'il fit dissoudre dans l'acide nitrique étendu. Il versa du nitrate d'argent dans la dissolution, et obtint un précipité du poids de 11 parties, qui en représentent 1,7 d'acide hydrochlorique. Il ajouta alors à la liqueur de l'acide sulfurique, et il eut 106 parties de sulfate de plomb, représentant 78,4 parties d'oxide de ce métal. On sépara l'acide sulfurique de la dissolution au moyen du nitrate de barite, et elle fut presque neutralisée avec de l'ammoniaque. On y versa alors de l'acétate de plomb, et il se précipita 82 parties de phosphate de plomb, représentant 18,37 parties d'acide phosphorique. On ajouta alors à la liqueur de l'acide hydrochlorique; on fit évaporer le mélange à siccité; on traita le résidu séché avec de l'alcool, qui ayant été ensuite évaporé, laissa un léger dépôt soluble dans l'eau, formant de l'hydrocyanate de fer par l'addition d'hydrocyanate de potasse, et contenant environ les 0,10 d'une partie d'oxide de fer [2]. Phosphate de plomb.

6. Pour analyser le molybdate de plomb, Hatchett traita cette mine par l'acide sulfurique bouillant. Il en ajouta à différentes reprises et jusqu'à ce qu'il ne se produisît plus de dissolution. La liqueur contenait alors l'acide molybdique, et la portion non dissoute consistait en sulfate de plomb. On fit bouillir ce résidu pendant une heure avec une dissolution de carbonate de soude; et on lava le carbonate de plomb ainsi obtenu dont on opéra ensuite la dissolution par l'acide nitrique, qui ne laissa qu'un peu de silice. On précipita le Molybdate de plomb.

[1] Beitrage, III, 163.
[2] *Ibid.* p. 151.

plomb de cette dissolution au moyen de l'acide sulfurique; et en y ajoutant ensuite de l'ammoniaque on obtint un peu d'oxide de fer. On reprit alors la première dissolution qui contenait de l'acide sulfurique en excès, on y ajouta 16 parties d'eau, et on la satura avec de l'ammoniaque; il se précipita lentement un peu d'oxide de fer. La liqueur fut alors évaporée à siccité, et le résidu, ayant été chauffé fortement pour en séparer le sulfate d'ammoniaque, et traité à différentes reprises par l'acide nitrique, se trouva converti en acide molybdique jaune.

9. *Mines de nickel.*

On n'a pas encore indiqué de méthode exacte pour analyser les mines de nickel.

Mine de nickel cuivreuse.

En dissolvant la mine de nickel cuivreuse dans l'acide nitrique, on en sépare la plus grande partie du soufre. Si l'on étend ensuite la dissolution de beaucoup d'eau, on en précipite l'arsenic, et on peut en retirer le cuivre qui s'y trouve au moyen d'une lame de fer. En ajoutant alors à la liqueur de la potasse en excès, et en faisant bouillir le précipité on en sépare complètement l'arsenic et le soufre. On expose d'abord pendant quelque temps le précipité à l'air humide; on le fait dissoudre ensuite dans l'acide acétique, et on ajoute à la dissolution de l'ammoniaque en excès, qui précipite le fer, tandis que le cobalt et le nickel restent dans la liqueur. En la faisant évaporer, le cobalt se dépose, et le nickel s'obtient en continuant l'évaporation jusqu'à siccité.

10. *Mines de zinc.*

Blende.

1. La blende doit être traitée par l'acide nitrique étendu, qui en sépare le soufre, la gangue siliceuse, etc. On reconnaît le degré de pureté du soufre en le faisant brûler, et on analyse ensuite le résidu de la combustion d'après les méthodes déjà indiquées. On précipite la dissolution de la mine dans l'acide nitrique au moyen de la soude, et on fait redissoudre dans l'acide hydrochlorique le précipité obtenu. S'il se trouve du cuivre dans la liqueur, on l'en sépare en y plongeant une lame de fer, et on en précipite ensuite le fer en y ajoutant de l'ammoniaque en excès *. Pour séparer

* Il faut faire bouillir ce précipité avec de la potasse, pour en séparer l'alumine.

le zinc qui reste seul en dissolution, on évapore à siccité, on dissout le résidu dans l'acide hodrochlorique, et on précipite l'oxide métallique au moyen de la soude.

2. Il faut faire digérer la calamine dans l'acide nitrique, et tenir note de la perte en poids qu'éprouve le mélange et qui représente la quantité d'acide carbonique contenue dans la mine. On fait ensuite bouillir à plusieurs reprises avec de l'acide hydrochlorique le résidu insoluble. On sépare de la liqueur, et on lave avec de l'eau bouillante, la portion qui n'a pas été dissoute, et qui est composée de silice. On fait alors évaporer à siccité la dissolution nitrique qui contient le zinc, et presque toujours du fer et de l'alumine. On fait redissoudre le résidu en y ajoutant de l'ammoniaque en excès pour en précipiter complètement le fer et l'alumine, qui restent insolubles, et que l'on peut ensuite séparer l'un de l'autre au moyen de la potasse. Le zinc qui reste en dissolution peut être séparé en ajoutant de l'acide à la liqueur, ou en la faisant évaposer à siccité. Il faut encore traiter comme il a déjà été dit la dissolution acide hydrochlorique qui contient ordinairement du fer et de l'alumine. Calamine.

11. *Mines d'antimoine.*

1. Pour analyser l'antimoine natif, Klaproth en prit 100 parties qu'il fit digérer dans l'acide nitrique jusqu'à ce que le tout fût converti en poudre blanche. Le mélange, ne laissant plus dégager de deutoxide d'azote, il fut délayé dans de l'eau et mis sur un filtre; on ajouta du nitrate d'argent à la liqueur, et on obtint, en réduisant le précipité, une partie d'argent métallique. En y versant ensuite de l'hydrocyanate de potasse, il se précipita de l'hydrocyanate de fer qui contenait les 0,25 d'une partie de fer. On fit alors dissoudre dans l'acide hydrochlorique l'oxide blanc qui avait été formé par l'acide nitrique; la dissolution fut complète, et la liqueur était transparente. On l'étendit de six fois son poids d'eau, et le précipité qui s'y forma, ayant été redissous dans de l'acide hydrochlorique, Klaproth mit un cylindre de zinc dans la dissolution, et obtint ainsi 98 parties d'antimoine *. Antimoine natif.

2. Le sulfure d'antimoine doit être traité par l'acide hy- Sulphure d'antimoine.

* Klaproth, III, 171.

dro-chloro-nitrique. Le soufre et le chlorure d'argent qui s'y forment, si la mine contient de l'argent, se précipitent et restent insolubles. On sépare alors de la dissolution l'antimoine en y ajoutant de l'eau; le plomb s'obtient au moyen de l'acide sulfurique; et le fer, en versant dans la liqueur un léger excès d'ammoniaque.

Mine rouge d'antimoine. 3. Cette mine fut analysée par Klaproth; il en prit 100 parties qu'il fit digérer dans l'acide hydrochlorique jusqu'à ce que le tout eût été dissous, excepté 1,50 parties de soufre qui restèrent, et il se déposa dans le col de la cornue du sulfure d'antimoine rosé qui s'était élevé pendant la dissolution avec le gaz acide hydrosulfurique. Klaproth ajouta de l'eau à la liqueur, et il en sépara ainsi le métal en totalité à l'état d'une poudre blanche; car l'addition de potasse ne produisit plus de précipité dans la liqueur. La poudre blanche obtenue fut redissoute dans l'acide hydrochlorique; on y en ajouta un excès, et la dissolution fut étendue d'eau. On y plongea une lame de fer qui en sépara 67,50 parties d'antimoine, représentant dans la mine 78,3 parties d'oxide de ce métal. Il s'était dégagé pendant la dissolution des 100 parties de la mine dans l'acide hydrochlorique 606 centim. cubes de gaz acide hydrosulfurique, d'où Klaproth conclut que 100 parties de cette mine en contiennent 20 de de soufre *.

12. *Des mines de bismuth.*

Bismuth natif. Le bismuth natif doit être dissous dans l'acide nitrique. En faisant ensuite successivement évaporer et dissoudre dans l'eau le nitrate obtenu, on parvient à séparer le bismuth, et peut-être l'arsenic; mais ce dernier métal peut être redissous dans l'eau bouillante. Le cobalt reste dans la dissolution, d'où on peut l'obtenir par la méthode que nous indiquerons plus bas. Le même procédé est applicable à l'analyse des autres mines de bismuth. En les traitant ainsi, le soufre qu'elles peuvent contenir reste, non dissous.

On trouve une application de cette méthode dans l'analyse que Klaproth a donnée du sulfure de bismuth. Il fit digérer 50 parties de cette mine dans l'acide nitrique, le tout fut dissous, à l'exception de 2,50 parties de soufre. En ajoutant de l'eau à la dissolution, il s'y forma un précipité blanc

* Beitrage, III, 179.

pulvérulent. La dissolution filtrée fut traitée avec de l'hydrochlorate de soude; elle n'éprouva d'abord aucun changement, mais bientôt après elle devint laiteuse, et laissa encore déposer de l'oxide de bismuth. La liqueur continuant pendant quelque temps de rester claire, c'était une indication qu'il n'y avait pas présence d'argent. Le précipité blanc n'était pas altéré par son exposition à la lumière, ce qui était une preuve de plus que la mine essayée ne contenait pas d'argent [1].

13. *Mines de tellure.*

Klaproth fit dissoudre la mine d'or blanc de Fatzbay, dans l'acide hydro-chloro-nitrique, et il ajouta, à la dissolution, de la potasse en excès. Le précipité brun, qui se forma et qui était composé d'or et de fer, fut redissous dans l'acide hydro-chloro-nitrique. On précipita l'or de la dissolution au moyen du nitrate de mercure, et le fer en y versant de la potasse. On en sépara ensuite l'oxide de tellure, en saturant avec de l'acide hydrochlorique la première dissolution qui tenait un excès d'alcali [2]. Mine d'or blanc.

On peut appliquer la même méthode aux autres mines de tellure; il faut seulement avoir soin de traiter le précipité obtenu par la potasse suivant les métaux dont il est composé, et d'après les règles qui ont déjà été établies.

14. *Mines d'arsenic.*

1. L'arsenic natif peut être traité par l'acide hydro-chloro-nitrique; l'argent et l'or restent; le premier à l'état d'un chlorure; le second peut être dissous par l'acide hydro-chloro-nitrique, et précipité par le sulfate de fer. L'arsenic s'obtient en ajoutant de l'eau à la dissolution nitrique concentrée, et on en retire le fer en la précipitant par de l'ammoniaque. Arsenic natif.

2. On peut également analyser les mines d'arsenic sulfuré en employant l'acide hydro-chloro-nitrique étendu. Le soufre reste non dissous; on précipite l'arsenic en ajoutant de l'eau à la dissolution concentrée, et on en sépare le fer en y versant de l'ammoniaque. Sulfure d'arsenic.

3. On fait dissoudre l'oxide d'arsenic dans 16 parties d'eau. La liqueur manifeste les propriétés acides, et les nitrates d'argent et de mercure y occasionnent un précipité. Oxide d'arsenic.

---

[1] Beitrage, I, 255.

[2] Crell's Ann. 1798, I, 95.

15. *Mines de cobalt.*

Mine blanche de cobalt.

1. Tassaert employa la méthode suivante pour analyser cette mine. Il la traita avec de l'acide nitrique étendu pour déterminer la quantité d'arsenic qui s'y trouve. La dissolution s'opéra complètement. Il se déposa des cristaux d'oxide blanc d'arsenic, et il sépara par des évaporations successives le reste de ce métal dont on prit le poids. Tassaert fit alors bouillir une nouvelle portion de la mine avec quatre fois son poids d'acide nitrique; il parvint ainsi à la dissoudre et à acidifier l'arsenic. Il versa, dans la dissolution, de la potasse qui se combina avec le métal acidifié, et qui précipita les autres substances; il traita de même par la potasse l'arseniate de cobalt qui s'était séparé de la dissolution nitrique lorsqu'on l'avait étendue d'eau; et le résidu qu'il obtint, joint au précipité formé par la potasse dans la dissolution nitrique de la mine, fut dissous dans l'acide nitrique; on ajouta ensuite à la liqueur un excès d'ammoniaque qui y produisit un précipité, et qui retint une portion du résidu en dissolution. Le précipité fut dissous dans l'acide acétique, et la dissolution évaporée plusieurs fois de suite jusqu'à siccité. L'oxide de fer se sépara ainsi par degrés à l'état d'une poudre rouge. La partie dissoute était de l'acétate de cobalt. On décomposa cette dissolution en y ajoutant de l'ammoniaque en excès, au moyen de quoi l'oxide de cobalt fut de nouveau dissous. On sépara par ces procédés le fer et l'arsenic, et on obtint le cobalt, retenu par l'ammoniaque, en évaporant la dissolution et en calcinant le résidu. Pour déterminer la quantité de soufre que contenait la mine, on en fit bouillir une portion avec de l'acide nitrique. La liqueur en refroidissant laissa déposer des cristaux d'oxide blanc d'arsenic. Après les avoir séparés, on ajouta du nitrate de barite à la dissolution, et on obtint un précipité de sulfate de barite dont 100 parties desséchées représentaient 14,5 parties de soufre*.

2. On peut analyser à-peu-près de la même manière les autres mines de cobalt.

16. *Mines de manganèse.*

Mine de manganèse contenant de la barite.

1. Vauquelin traita la mine baritée de manganèse par

* Ann. de Chim. XXVIII, p. 92.

l'acide hydrochlorique; il se dégagea du chlore, et la dissolution du tout s'opéra à l'exception d'un peu de silice et de charbon. En évaporant la dissolution on obtint des cristaux d'hydrochlorate de barite. Ces cristaux furent séparés, et la liqueur, évaporée à siccité, donna un résidu jaune soluble dans l'alcool, et qui y étant dissous, brûlait en lançant des étincelles jaunes et brillantes. Vauquelin détermina la quantité de barite que contenait la mine, en précipitant cette terre à l'état de sulfate de barite, et la quantité de manganèse qui pouvait s'y trouver, en précipitant ce métal au moyen du carbonate de potasse *.

Mine de manganèse grise.

2. Vauquelin, qui fit aussi l'analyse de cette mine, la traita par l'acide hydrochlorique. Il resta un peu de silice non dissoute. En décomposant la dissolution par le carbonate de potasse, on obtint un précipité blanc d'abord, mais qui étant exposé à l'air devint noir. On le traita par l'acide nitrique, qui se combina aux autres substances sans toucher au manganèse ni au fer que pouvait contenir la mine. On décomposa la dissolution nitrique par le carbonate de potasse et il ne se déposa que du carbonate de chaux. Le résidu noir fut ensuite mêlé avec du sucre; et ce mélange fut traité avec de l'acide nitrique. La dissolution fut complète; d'où il suit que cette mine ne contenait pas de fer.

Les mêmes procédés sont applicables à l'analyse des autres mines de manganèse. On sépare le fer quand ce métal est présent, soit comme il a déjà été dit, soit en faisant usage des moyens indiqués dans la première section de ce chapitre. On pourrait encore dissoudre le mélange des deux oxides dans l'acide acétique; et en évaporant ensuite deux ou trois fois à siccité la dissolution, l'oxide de fer s'en trouverait séparé, et l'acétate de manganèse resterait seul soluble dans l'eau.

17. *Mines de tungstène.*

Wolfram.

1. Le wolfram a été analysé par Elhuyart, ainsi que par Vauquelin et Hecht, à-peu-près de la manière suivante. La mine fut alternativement traitée par l'acide hydrochlorique et par l'ammoniaque jusqu'à son entière dissolution. En évaporant à siccité les dissolutions ammoniacales, et en calcinant le résidu, on obtint l'oxide jaune de tungstène à l'état de pureté. On

* Journ. des Min. N.° XIX, p. 40.

versa de l'acide sulfurique dans les dissolutions d'acide hydrochlorique; on évapora à siccité, et le résidu fut redissous dans l'eau à l'exception d'un peu de silice qui resta. En versant du carbonate de potasse dans la liqueur, on obtint un précipité brun qui fut traité à plusieurs reprises par l'acide nitrique bouillant, jusqu'à ce que le fer qu'il contenait eût été oxidé au maximum. Le précipité fut alors mis en digestion dans de l'acide acétique. Le manganèse fut dissous et le fer resta. Enfin le manganèse fut précipité par un alcali.

Tungstate de chaux. 2. Pour analyser ce sel, Klaproth en fit digérer 100 parties dans l'acide nitrique. Le résidu jaune qu'il obtint fut lavé et traité par l'ammoniaque, et ensuite alternativement par l'acide nitrique sur l'ammoniaque jusqu'à son entière dissolution. Il ne resta que deux parties de silice. La dissolution nitrique, mêlée avec de l'ammoniaque, ne donna pas de précipité; mais en y versant une dissolution bouillante de carbonate de *soude*, on obtint un précipité qui, étant séché, se trouva être du poids de 33 parties. Ce précipité était composé de carbonate de chaux. En le dissolvant dans l'acide nitrique, il s'en sépara une partie de silice; il ne contenait donc que 32 parties de carbonate de chaux qui en représentent 17,6 de chaux. La dissolution ammoniacale donna, par l'évaporation, de petits cristaux en aiguilles. En les chauffant au rouge dans un creuset de platine, on obtint 77,75 parties d'oxide de tungstène *.

18. *Mines de molybdène.*

Molybdène. Il faut verser de l'acide nitrique sur le molybdène, et faire bouillir ce mélange jusqu'à ce qu'il soit converti en une poudre blanche. Cette poudre bien lavée et séchée est l'acide molybdique. En ajoutant de la potasse aux eaux de lavage de cet acide, il s'en dépose encore un peu. Après cette séparation, on verse dans la liqueur de l'hydrochlorate de barite jusqu'à cessation de précipité. 100 parties de ce précipité indiquent 14,5 de soufre.

19. *Des mines d'urane.*

Pech-blende. 1. Klaproth fit dissoudre la pechblende, ou mine noire d'urane, dans l'acide nitrique. Le résidu insoluble est un mé-

* Beitrage, III, 45.

lange de silice et de soufre. En évaporant la dissolution, le nitrate de plomb se précipitait, et on obtenait alors le nitrate d'urane en cristaux. En évaporant ensuite la liqueur à siccité, et en traitant de nouveau le résidu par l'acide nitrique, on obtenait le fer à l'état d'oxide rouge.

2. Ce mélange d'oxide d'urane et de fer doit être traité par l'acide nitrique qui ne dissout que l'urane. L'oxide de fer reste insoluble, et l'on peut en reconnaître le degré de pureté, en l'essayant d'après les différentes méthodes qui ont été indiquées plus haut. Ocre uranitique.

3. Klaproth traita le mica vert par l'acide nitrique, et ajouta à la liqueur de l'ammoniaque en excès. L'oxide d'urane fut précipité, tandis que celui de cuivre resta en dissolution. Mica vert.

20. *Mines de titane.*

Les mines de titane doivent être réduites d'abord en poudre fine, et ensuite fondues avec de la potasse, soit pure, soit carbonatée. On dissout la masse fondue dans l'eau chaude, et on obtient ainsi l'oxide blanc de titane qui se sépare peu-à-peu de la dissolution. Cette méthode suffit lorsqu'il ne s'agit que d'analyser les oxides de titane; mais quand le fer et la silice sont présens, il faut suivre la méthode qui a été indiquée par Chenevix. Elle consiste à saturer avec de l'acide hydrochlorique la dissolution alcaline, à recueillir l'oxide blanc de titane qui se précipite et à évaporer la liqueur à siccité. La silice se sépare du résidu en le redissolvant dans l'eau. On décompose alors la liqueur au moyen d'un alcali, on réunit le précipité à l'oxide blanc de titane obtenu en premier lieu, et on fait dissoudre le tout dans l'acide sulfurique. En ajoutant de l'acide phosphorique à cette dissolution, on en précipite le titane, tandis que le fer reste dans la liqueur*.

Les mines de titane qui contiennent de la chaux, et qui sont exemptes de fer, doivent être fondues avec de la potasse, dissoutes dans l'acide hydrochlorique, et traitées comme à l'ordinaire pour en séparer la silice; on précipite ensuite, d'abord le titane de la dissolution d'acide hydrochlorique au moyen de l'ammoniaque; et ensuite la chaux, en versant dans la dissolution un carbonate alcalin.

* Nicholson's Journ. V, 132.

21. *Mines de chrôme.*

Chrômate de plomb.

1. Le chrômate de plomb fut analysé par Vauquelin, de la manière suivante : en le faisant bouillir avec une quantité suffisante de carbonate de potasse, il se produit une vive effervescence ; l'acide se combine avec la potasse et il se forme du carbonate de plomb qui se précipite ; on peut ensuite déterminer la quantité de plomb que ce carbonate contient, en le faisant dissoudre dans l'acide nitrique, et en décomposant la dissolution au moyen de l'acide sulfurique. On peut encore faire dissoudre le chrômate de plomb dans l'acide hydrochlorique; il se précipite du chlorure de plomb, et l'acide chrômique reste en dissolution dans la liqueur. Il faut répéter ce procédé jusqu'à l'entière décomposition de la mine. La liqueur contient l'acide chrômique et un peu d'acide hydrochlorique ; mais on peut en séparer ce dernier acide au moyen de l'oxide d'argent.

Chrômate de fer.

2. Tassaert employa pour analyser le chrômate de fer la méthode qui suit : il le fondit dans un creuset avec huit fois son poids de potasse. La masse fondue fut dissoute dans l'eau à l'exception d'une poudre brune dont la dissolution s'opéra en partie dans l'acide hydrochlorique; le résidu fut encore traité alternativement par la potasse et par l'acide hydrochlorique jusqu'à son entière dissolution. La dissolution alcaline retenait l'acide chrômique, la dissolution hydrochlorique contenait le fer, encore mêlé avec une petite quantité de chrôme. On décomposa cette dernière dissolution au moyen de la potasse, et on fit bouillir le précipité avec cet alcali, pour en séparer la totalité de l'acide chrômique. On obtint ainsi l'oxide de fer pur, qui resta insoluble. Les dissolutions contenant l'acide chrômique furent saturées par l'acide nitrique, et mêlées avec du nitrate de plomb. Le précipité qui se forma indiquait la quantité d'acide chrômique contenu dans la mine, car 100 parties de ce précipité, qui est du chrômate de plomb artificiel, indiquent environ 35 parties d'acide chrômique.

SECTION IV.

Des différentes Méthodes pour obtenir les métaux purs.

Après avoir donné les moyens d'analyser avec précision les différentes espèces de mines, il est maintenant facile d'indiquer les procédés à suivre pour obtenir les métaux purs, et tels qu'il est souvent nécessaire de se les procurer pour les recherches chimiques. Nous allons exposer, en peu de mots, dans cette section, les procédés ordinairement employés pour arriver à ce but.

1. *Or.* Pour obtenir ce métal à l'état de pureté, il faut faire dissoudre l'or du commerce dans l'acide hydro-chloro-nitrique, et décomposer la dissolution en y ajoutant du sulfate de fer; le précipité pulvérulent qui se forme, étant bien lavé et séché, est de l'or pur.

2. *Platine.* Comme il n'est pas en notre pouvoir de produire un degré de chaleur suffisant pour fondre le platine, on parvient à peine à l'obtenir parfaitement pur à l'état malléable, au moins en grandes quantités. Mais on peut se le procurer en poudre à l'état de pureté, par le moyen de l'hydrochlorate ammoniaco de platine, préparé ainsi qu'il a été indiqué dans la dernière section; on décompose ce sel par la chaleur, et le résidu, après avoir été redissous, si cela est nécessaire, dans l'acide hydro-chloro-nitrique, est précipité de nouveau.

3. *Argent.* On peut préparer l'argent pur de deux manières, soit en faisant dissoudre l'argent du commerce dans l'acide nitrique, et en précipitant, de la dissolution, l'argent pur, au moyen du sulfate de fer dissous dans beaucoup d'eau; soit en décomposant le nitrate d'argent par l'hydrochlorate de soude, en mettant le précipité à l'état de pâte avec de la soude, et en introduisant ce mélange dans un creuset enduit de soude que l'on expose à une très-forte chaleur et jusqu'à parfaite fusion. On obtient ainsi un culot d'argent parfaitement pur.

4. *Mercure.* En distillant, dans une cornue de fer, un mélange de deux parties de cinabre et d'une partie de limaille de fer, on obtient du mercure parfaitement pur, qui passe dans le récipient, tandis que le sulfure de fer reste dans la

cornue ; on peut encore décomposer le perchlorure de mercure par l'ammoniaque, et réduire le précipité à l'état métallique en le chauffant, soit seul, soit après l'avoir mêlé avec de l'huile.

5. *Cuivre*. Le cuivre s'obtient, soit en le faisant dissoudre dans de l'acide hydrochlorique et en le précipitant de cette dissolution au moyen d'une lame de fer polie, soit en décomposant par la chaleur l'ammoniure de cuivre, et en réduisant l'oxide noir obtenu après l'avoir mêlé avec parties égales de verre en poudre et de résine.

6. *Fer*. Il est très-difficile de séparer entièrement du fer le carbone qui s'y trouve toujours uni ; les procédés qui ont été décrits dans une précédente partie de cet ouvrage, donnent les moyens de l'obtenir aussi pur qu'il est possible de se le procurer.

7. *Etain*. Pour préparer l'étain pur, on traite ce métal par l'acide nitrique concentré ; il se forme du peroxide d'étain, qui est insoluble ; on le fait digérer d'abord avec de l'acide hydrochlorique, et ensuite avec de l'acide hydro-chloro-nitrique ; on lave l'oxide, on le mêle ainsi purifié avec son poids de résine et avec un peu de borax, et on fait fondre le tout dans un creuset.

8. *Plomb*. On peut obtenir le plomb pur en dissolvant le carbonate de plomb dans l'acide nitrique étendu et en décomposant le nitrate de plomb au moyen d'un cylindre de zinc.

On peut encore faire dissoudre le sulfure de plomb dans l'acide nitrique, ajouter de l'acide hydrochlorique à la dissolution, et faire cristalliser. On dissout les cristaux d'hydrochlorate de plomb dans l'eau bouillante, on évapore la dissolution à siccité, et on fait fondre le résidu dans un creuset, après y avoir ajouté deux fois et demie son poids de flux noir.

9. *Nickel*. La grande difficulté que l'on éprouve pour séparer le nickel du cobalt, sur qui les réactifs agissent à-peu près de la même manière, a été jusqu'à présent un obstacle au succès des tentatives des chimistes, pour obtenir le *nickel* parfaitement pur. M. Philips a proposé dernièrement, pour parvenir à ce but, l'ingénieuse méthode qui suit : on dissout le nickel du commerce, dans de l'acide nitrique, jusqu'à saturation ; on sépare l'acide arsenique au moyen du nitrate de plomb ; après avoir alors filtré la liqueur on y ajoute un excès

d'acide nitrique, et on en précipite le cuivre en y plongeant une baguette de fer. On décompose ensuite la dissolution au moyen du carbonate de potasse; on fait digérer le précipité dans de l'ammoniaque liquide qui dissout le nickel et le cobalt, sans attaquer les oxides de plomb et de fer qui restent non dissous. Il faut alors étendre d'eau la dissolution, y ajouter un excès d'ammoniaque et y verser de la potasse. Le cobalt reste en dissolution, tandis que le nickel se précipite à l'état d'oxide pur; et cet oxide peut être réduit à l'état métallique en l'exposant à une forte chaleur [1].

Le procédé de Richter est compliqué, et il n'est pas facile de le réduire en formule. Je pense qu'on peut se procurer le nickel dans un état suffisant de pureté, par le procédé que j'ai décrit dans le premier volume de cet ouvrage [2].

10. *Zinc.* Pour obtenir le zinc pur il faut faire dissoudre de ce métal dans l'acide sulfurique, et laisser pendant longtemps une plaque du même métal plongée dans la dissolution. On filtre, et on décompose le sulfate de zinc par le carbonate de soude. Après avoir bien lavé et fait sécher le précipité, on le mêle avec moitié de son poids de charbon pur, et le tout est distillé dans une cornue de terre. Le zinc pur se sublime et se retrouve pur dans le col de la cornue.

11. *Antimoine.* On fait dissoudre l'antimoine dans l'acide hydro-chloro-nitrique, et on précipite l'oxide d'antimoine en étendant la dissolution de beaucoup d'eau. On mêle le précipité avec le double de son poids de tartrate acide de potasse, on fait fondre le mélange dans un creuset, et on obtient un bouton d'antimoine pur.

12. *Bismuth.* Pour purifier le bismuth, on le fait dissoudre dans l'acide nitrique, et on précipite l'oxide de bismuth en versant de l'eau dans la dissolution. On lave le précipité, et on y mêle assez d'huile pour le convertir en pâte; et en faisant fondre promptement le mélange avec du flux noir, on obtient un culot de bismuth parfaitement pur.

13. *Tellure.* Klaproth obtint ce métal à l'état de pureté en chauffant au rouge, dans une cornue, l'oxide de tellure mis à l'état de pâte avec de l'huile; le métal fut promptement révivifié.

---

[1] Phil. Mag. XVI, 312. [2] Vol. I, p. 447.

14. *Arsenic.* Pour obtenir l'arsenic pur, il faut mêler l'oxide blanc d'arsenic avec du flux noir, et soumettre le mélange à la distillation.

15. *Cobalt.* On pourrait, selon toutes les apparences, appliquer à la purification du cobalt le procédé que M. Philips a indiqué pour obtenir le nickel pur; mais nous décrirons celui recommandé par Trommsdorf, comme étant d'une exécution plus simple et moins coûteuse. On mêle 450 grammes du meilleur smalt avec 120 grammes de nitrate de potasse et 60 grammes de charbon en poudre; on projette ensuite ce mélange à plusieurs reprises dans un creuset chauffé au rouge. On répète trois fois la même opération. On expose alors le mélange pendant une heure à une forte chaleur; on le remue bien, on y ajoute 120 grammes de flux noir, et on tient encore le mélange pendant une heure de plus exposé au feu violent d'une forge. Le cobalt métallique obtenu par ce procédé n'est pas encore pur. Il faut le mêler de nouveau avec trois fois son poids de nitrate de potasse, et faire détoner le mélange en le projetant par petites portions dans un creuset rouge de feu. On parvient ainsi à peroxider le fer, et à acidifier l'arsenic. On lave bien la masse, et en filtrant, on obtient l'oxide de cobalt; on traite cet oxide par l'acide nitrique, et on évapore à siccité; on ajoute une nouvelle portion d'acide, et l'on soumet la masse à une chaleur modérée. On la délaie dans l'eau, et en filtrant on sépare le reste du fer. On précipite par de la potasse pure, et on réduit l'oxide *.

16. *Manganèse.* On traite à plusieurs reprises du peroxide de manganèse par l'acide nitrique. On le mêle alors avec du sucre, et on fait dissoudre le mélange dans l'acide nitrique. On filtre la dissolution, on la décompose par un carbonate alcalin; on forme en pâte, avec de l'huile, le carbonate blanc ainsi obtenu; on le met dans un creuset brasqué, et l'on expose le tout pendant une heure au plus haut degré de chaleur que puisse donner la forge.

17. *Tungstène.* M. Elhuyart a obtenu ce métal pur en chauffant fortement dans un creuset brasqué l'oxide jaune de tungstène; mais plusieurs autres chimistes ont répété ce procédé sans succès.

18. *Molybdène.* On peut obtenir le molybdène pur en

* Journ. de Chim. IV, 75.

mettant l'acide molybdique en pâte avec l'huile, et en chauffant fortement le tout dans un creuset brasqué.

19. *Urane.* Pour se procurer l'urane pur, il faut mettre l'oxide jaune de ce métal en pâte avec de l'huile, faire sécher le mélange à une chaleur médiocre, l'introduire dans un creuset brasqué, et recouvrir la pâte avec un peu de noir de fumée; on lute alors un couvercle sur le creuset et on chauffe le tout, d'abord peu-à-peu, et ensuite très-fortement, pendant 75 minutes.

20. *Titane.* On n'a encore obtenu que de petites portions de titane métallique; voici le procédé qui a été suivi: on mêle 100 parties de l'oxide rouge du métal avec 50 parties de borax et 5 parties de charbon; on forme une pâte de ce mélange avec de l'huile. On la met dans un creuset brasqué, et on chauffe le tout pendant 90 minutes à la chaleur d'une forge[1].

21. *Chrôme.* Vauquelin a obtenu le chrôme à l'état métallique en mettant de l'acide chrômique dans un creuset de charbon renfermé dans un creuset ordinaire brasqué, et en exposant le tout pendant une heure à la forte chaleur d'une forge.

22. *Cérium.* On sépare aisément le cérium des autres substances avec lesquelles il est à l'état de combinaison, au moyen de l'oxalate d'ammoniaque; en exposant ensuite l'oxalate de cérium à une chaleur rouge, on obtient l'oxide de ce métal. Nous n'avons encore en notre pouvoir aucun moyen pour nous procurer le cérium à l'état métallique.

23. *Tantale.* Je m'en réfère relativement à ce métal, à ce qui a été dit à ce sujet dans le premier volume de cet ouvrage[2].

---

[1] Cette chaleur est exprimée par 166° du pyromètre de Wedgewood. Vauquelin et Hecht, Journ. des Min. XV, 20.

[2] Vol. I, p. 631.

FIN DU TOME TROISIÈME.

